

PATENT COOPERATION TREATY



PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU


To:

YOSHITAKE, Kenji
Kyowa Patent & Law Office
Room 323, Fuji Bldg.
2-3, Marunouchi 3-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 01 October 2001 (01.10.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 132113-741	
International application No. PCT/JP01/05756	International filing date (day/month/year) 03 July 2001 (03.07.01)
International publication date (day/month/year) Not yet published	Priority date (day/month/year) 07 July 2000 (07.07.00)
Applicant SEIKO EPSON CORPORATION et al	

- The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
- This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
- An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
- The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, **the attention of the applicant is directed** to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
07 July 2000 (07.07.00)	2000-207193	JP	31 Augu 2001 (31.08.01)

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer Khemais BRAHMI  Telephone No. (41-22) 338.83.38
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 132113-741	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP01/05756	国際出願日 (日.月.年) 03.07.01	優先日 (日.月.年) 07.07.00
出願人(氏名又は名称) セイコーエプソン株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 2 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

- a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。
- b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
☐ この国際出願に含まれる書面による配列表
☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表
☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。
☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。
☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、
第 8 図とする。 ☒ 出願人が示したとおりである。 ☐ なし
☐ 出願人は図を示さなかった。
☐ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. B41J 2/045、2/055

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl. B41J 2/045、2/055

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 56-039413 A (株式会社リコー) 15. 4月. 1981 (15. 04. 81), 全文 (ファミリーなし)	1-23
Y	EP 885731 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) A) 23. 12月. 1998 (23. 12. 98), 全文 & US 60 70958 A & JP 11-010900 A	1-23
Y	EP 1055520 A (SEIKO EPSON CORPORATI ON) 29. 11月. 2000 (29. 11. 00), 全文 & WO 9 9/41083 A & JP 11-240180 A	7, 9-1 5, 19-2 3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

26. 07. 01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

藤本 義仁

2P

9012

電話番号 03-3581-1101 内線 3221

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 1 月 17 日 (17.01.2002)

PCT

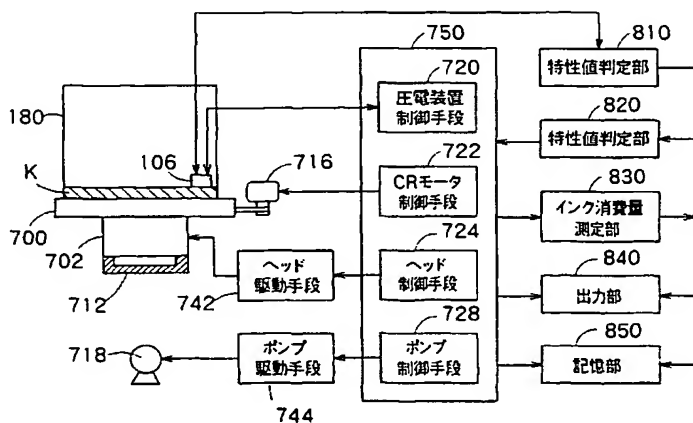
(10) 国際公開番号
WO 02/04215 A1

- (51) 国際特許分類: B41J 2/045, 2/055 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/05756 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 塚田 憲児
(22) 国際出願日: 2001 年 7 月 3 日 (03.07.2001) TSUKADA, Kenji [JP/JP]. 金谷 宗秀 (KANAYA,
(25) 国際出願の言語: 日本語 Munehide) [JP/JP]; 〒392-8502 長野県諏訪市大和三丁
(26) 国際公開の言語: 日本語 目 3 番 5 号 セイコーエプソン株式会社内 Nagano (JP).
(30) 優先権データ: 特願 2000-207193 2000 年 7 月 7 日 (07.07.2000) JP (74) 代理人: 吉武 賢次, 外 (YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒
100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士
ビル 323 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): セイコー
エプソン株式会社 (SEIKO EPSON CORPORATION) (81) 指定国 (国内): CA, CN, JP, KR, SG, US.
[JP/JP]; 〒163-0811 東京都新宿区西新宿二丁目 4 番 1
号 Tokyo (JP). (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

[続葉有]

(54) Title: LIQUID CONTAINER, INK-JET RECORDING APPARATUS, DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING THE APPARATUS, LIQUID CONSUMPTION SENSING DEVICE AND METHOD

(54) 発明の名称: 液体容器、インクジェット記録装置、同装置の制御装置及び方法、並びに液体消費状態検出装置及び方法



(57) Abstract: A method for controlling an ink-jet recording apparatus where a liquid container having a piezoelectric device for detecting a liquid inside can be detachably loaded. The control method comprises a measuring step at which a sensor unit disposed inside or outside the ink-jet recording apparatus measures the characteristic value of the piezoelectric device, a judgment step of judging whether or not the sensor unit satisfies a predetermined condition, and a control step of bringing the ink-jet recording apparatus into an active or inactive state according to the result of the judgment step. It is possible to judge whether or not the piezoelectric device operates normally, to confirm that predetermined amount of liquid remains in the liquid container, to detect a failure of the liquid container and the piezoelectric device if it occurs, and to measure the inclination of the liquid container.

720...PIEZOELECTRIC DEVICE CONTROL MEANS
722...CR MOTOR CONTROL MEANS
724...HEAD CONTROL MEANS
728...PUMP CONTROL MEANS
742...HEAD DRIVE MEANS
744...PUMP DRIVE MEANS
810...CHARACTERISTIC VALUE JUDGING UNIT
820...CHARACTERISTIC VALUE JUDGING UNIT
830...INK CONSUMPTION MEASUREMENT UNIT
840...OUTPUT UNIT
850...STORAGE UNIT

WO 02/04215 A1

[続葉有]



添付公開書類:
— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

内部の液体を検出する圧電装置を有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置の制御方法である。インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた検出部が圧電装置の特性値を検出する検出ステップと、インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた判定部が特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定ステップと、判定ステップの結果に基づいてインクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御ステップと、を有する。圧電装置が正常に動作するかを判断し、液体容器内に液体が所定量だけ入っていることを確認し、液体容器や圧電装置の不良を検出し、液体容器の傾きを検出することができる。

明 細 書

液体容器、インクジェット記録装置、同装置の制御装置及び方法、
並びに液体消費状態検出装置及び方法

技術分野

本発明は、内部の液体の消費状態を検出する圧電装置を有する液体容器、同液体容器を使用できるインクジェット記録装置、同装置の制御装置及び方法、並びに液体消費状態検出装置及び方法に関する。

背景技術

インクジェット記録装置は、圧力発生室を加圧する圧力発生手段と、加圧されたインクをノズル開口からインク滴として吐出するノズル開口とを備えたインクジェット記録ヘッドをキャリッジに搭載する。インクジェット記録装置は、インクカートリッジのインクを、流路を介して記録ヘッドに供給しながら印刷を継続可能に構成されている。インクカートリッジは、インクが消費された時点で、ユーザが簡単に交換できるように着脱可能なインクカートリッジとして構成されている。

従来、インクカートリッジのインク消費の管理方法として、記録ヘッドでのインク滴の吐出数やメンテナンスにより吸引されたインク量をソフトウェアにより積算してインク消費を計算により管理する方法と、インクカートリッジに液面検出用の電極を取付けることにより、実際にインクが所定量消費された時点を管理する方法などがある。

ソフトウェアによりインク滴の吐出数やインク量を積算してインク消費を計算上で管理する方法は、ユーザサイドでの印刷形態等により誤差が生じたり、また同一インクカートリッジの再装着時には大きな誤差が生じる。また、使用環境により、計算上のインク消費量と実際の消費量との間に無視できない誤差が生じる。

電極によりインクが消費された時点を管理する方法は、インクの液面を実際に検出することができるため、インクの有無を高い信頼性で管理できる。しかしな

がら、インクの液面の検出をインクの導電性に頼るので、検出可能なインクの種類が限定されたり、また電極のシール構造が複雑化する。また、電極の材料として通常は導電性が良く耐腐食性も高い貴金属を使用するので、インクカートリッジの製造コストがかさむ。さらに、2本の電極を装着する必要があるため、製造工程が多くなり結果として製造コストがかさんでしまう。

そこで、圧電性の材料を利用した圧電装置によって、音響インピーダンスの変化を検知することによってインクの液面を検出する方法がある。圧電装置を使用してインクの液面を検出する方法では、インクの有無を高い信頼性で管理でき、電極のシール構造が複雑化することもなく、インクカートリッジの製造コストが低廉である。

しかし、圧電装置に欠陥がある場合には、圧電装置は正常に動作せずにインクカートリッジ内のインクの有無を誤って判断してしまう。従って、圧電装置が正常に動作するかを判断することができれば優位である。

また、欠陥を伴うインクカートリッジは、インクの漏れやインクの蒸発によりインクの量が減少することが生じる。従って、インクカートリッジの欠陥などによってインクが所定の量だけ入っていないことを圧電装置により検出できることが望まれる。

また、インクカートリッジの製造時においてもインクカートリッジ内にインクが所定の量入っていることを確認できれば優位である。

さらに、インクカートリッジをリサイクル等で再利用する際には、インクカートリッジ内にインクを再充填する。インクの充填後にインクカートリッジ内に所定の量のインクが実際に入っているかを検知することができれば優位である。

さらに、インクカートリッジが正しく装着されていない場合やインクジェット記録装置が傾斜している場合を液面の傾きにより確認できれば優位である。それによって、インクジェット記録装置の印字不良を未然に防ぐことができる。

そこで本発明は、圧電装置による液体検出機能に欠陥があるか否かの判定結果に応じてインクジェット記録装置を制御する方法及び装置を提供することを目的とする。

また、液体容器の製造時や製造後において、液体容器内に液体が所定の量だけ

入っていることを確認できる液体容器を提供することを目的とする。

さらに、液体容器や圧電装置の不良によって、液体容器内に所定の量のインクが実際に入っていない場合にそれを検出することができる液体容器、およびインク量の検出結果に基づいてインクジェット記録装置を制御する方法及び装置を提供することを目的とする。

さらに、液体容器が正しく装着されていない場合などに、液体容器の傾きを検出することができる液体容器、インク量の検出結果に基づいてインクジェット記録装置を制御する方法及び装置を提供することを目的とする。

さらに、容器内のインクの量を容易にかつ正確に検出することができる液体容器およびインクジェット記録装置を提供することを目的とする。

発明の開示

本発明は、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置を制御する方法において、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた検出部が前記圧電装置の特性値を検出する検出ステップと、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた判定部が前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定ステップと、前記判定ステップの結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御ステップと、を有することを特徴とする。

また、好ましくは、前記液体容器が前記インクジェット記録装置に装着される際に前記検出ステップが実行される。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた測定部が、前液体記容器内の液体の消費量を少なくとも所定の量まで計測する計測ステップをさらに有する。

また、好ましくは、前記インクジェット記録装置が動作不可能状態である場合に、前記インクジェット記録装置の動作不可能状態を維持すること、または前記インクジェット記録装置を動作可能状態に切り替えること、を選択するステップをさらに有する。

また、好ましくは、前記特性値は、前記圧電装置の圧電素子の素子特性値である。

また、好ましくは、前記特性値は、前記圧電装置の振動部の振動特性値である。

また、好ましくは、前記液体容器には少なくとも2つの前記圧電装置が設けられており、前記検出ステップにおいて、前記検出部が、少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出し、前記判定ステップにおいて、前記判定部が、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する。

本発明は、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置を制御する装置において、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記圧電装置の特性値を検出する検出部と、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定部と、前記判定部における判定結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御部と、を有することを特徴とする。

また、好ましくは、前記検出部は、前記液体容器に設けられた少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出し、前記判定部は、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する。

本発明による液体容器は、液体を収容する容器本体と、液体を前記容器本体の外部へ供給する液体供給口と、前記容器本体内の液体を検出する圧電装置と、を備え、前記圧電装置は、液体が消費されていないときの前記容器本体内の液体の液面近傍に配置されていることを特徴とする。

また、好ましくは、前記容器本体内の液体を検出する追加の圧電装置をさらに有する。

また、好ましくは、前記追加の圧電装置が前記容器本体の底面の近傍に配置されている。

また、好ましくは、前記追加の圧電装置は前記圧電装置の近傍に配置されてお

り、前記容器本体内の液体が消費されていないときの初期の液面が前記圧電装置と前記追加の圧電装置との間に位置する。

また、好ましくは、前記圧電装置および前記追加の圧電装置は、それぞれ、前記容器本体内の媒体と接触する振動部を有し、前記振動部が有する振動特性値が検出される。

また、好ましくは、前記液体容器は、インク滴を吐出する記録ヘッドにより記録を行うインクジェット記録装置に装着され、前記記録ヘッドへ前記容器本体内の液体を供給する。

本発明は、液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置において、前記液体容器から液体の供給を受けると共に、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、前記インクジェット記録装置の稼働状態を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記圧電装置の特性値を検出する検出部と、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定部と、前記判定部における判定結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御部と、を有することを特徴とする。

また、好ましくは、少なくとも前記特性値を格納することができる記憶装置をさらに備える。

また、好ましくは、前記液体容器内の液体の消費量を少なくとも所定の量まで計測する測定部をさらに備える。

また、好ましくは、前記検出部は、前記液体容器に設けられた少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出し、前記判定部は、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する。

本発明は、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有し、インクジェット記録装置に装着された液体容器の液体消費状態を検出する方法において、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた検出部が、前記液体

容器に設けられた少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出する検出ステップと、前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた判定部が、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する判定ステップと、を有することを特徴とする。

また、好ましくは、前記振動特性値の相対的な条件は、少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値がほぼ等しいことである。

本発明は、液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置において、前記液体容器から液体の供給を受けると共に、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、前記インクジェット記録装置の稼働状態を制御する制御装置と、を備え、前記制御装置は、前記液体容器に設けられた少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出する検出部と、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する判定部と、を有することを特徴とする。

また、好ましくは、前記振動特性値の相対的な条件は、少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値がほぼ等しいことである。

図面の簡単な説明

図1は、本発明による液体容器の一実施形態として、単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジを示す図である。

図2は、本発明による液体容器の他の実施形態としてのインクカートリッジを示す図である。

図3A、図3Bは、本発明による液体容器の他の実施形態としてのインクカートリッジを示す図である。

図4は、本発明による液体容器の他の実施形態としてのインクカートリッジの短手方向の断面図を示す図である。

図5は、本発明による液体容器の他の実施形態としてのインクカートリッジを示す図である。

図6は、本発明による液体容器の他の実施形態としての複数種類のインクを収容するインクカートリッジを示す裏側から見た斜視図である。

図7は、本発明によるインクジェット記録装置の一実施形態としての、図1に示したインクカートリッジを使用したインクジェット記録装置の要部を示す断面図である。

図8は、本発明の一実施形態としてのインクジェット記録装置の制御装置を示すブロック図である。

図9は、図1に示したインクカートリッジが装着されたインクジェット記録装置の制御方法を示したフローである。

図10は、図1に示したインクカートリッジが装着されたインクジェット記録装置の制御方法を示したフローである。

図11A、図11B、図11Cは、本発明において用いられる圧電装置の一例であるアクチュエータの詳細を示す図である。

図12は、図11に示したアクチュエータの詳細および等価回路を示す図である。

図13A、図13Bは、インクカートリッジ内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数との関係のグラフを示す図である。

図14A、図14Bは、アクチュエータを振動させた後の、アクチュエータの残留振動の波形と残留振動の測定方法とを示す図である。

図15は、図11に示したアクチュエータをモジュール体として一体に形成した構成を示す斜視図である。

図16は、モジュール体の他の例を示す斜視図である。

図17A、図17B、図17Cは、モジュール体の更に他の例を示す図である。

図18は、アクチュエータを備えたモールド構造体の一例を示す図である。

図19A、図19Bは、本発明による液体容器の一実施形態としてのインクカートリッジに配備される回路基板を示す図である。

図20は、本発明の一実施形態として、図11A、図11B、図11Cに示したアクチュエータを用いたインクカートリッジ及びインクジェット記録装置を示す図である。

図21は、本発明の一実施形態としてのインクジェット記録装置のヘッド部周辺の詳細を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、発明の実施の形態を通じて本発明を説明するが、以下の実施形態はクレームにかかる発明を限定するものではなく、又実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全てが発明の解決手段に必須であるとは限らない。

本発明の基本的概念は、振動現象を利用することで、液体容器内の液体の状態（液体容器内の液体の有無、液体の量、液体の液位、液体の種類、液体の組成を含む）を検出することである。具体的な振動現象を利用した液体容器内の液体の状態の検出としてはいくつかの方法が考えられる。例えば弾性波発生手段が液体容器の内部に対して弾性波を発生し、液面あるいは対向する壁によって反射する反射波を受波することで、液体容器内の媒体およびその状態の変化を検出する方法がある。また、これとは別に、振動する物体の振動特性から音響インピーダンスの変化を検知する方法もある。音響インピーダンスの変化を利用する方法としては、圧電素子を有する圧電装置またはアクチュエータの振動部を振動させ、その後振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって、共振周波数または逆起電力波形の振幅を検出することで音響インピーダンスの変化を検知する方法や、測定機、例えば伝送回路等のインピーダンスアナライザによって液体のインピーダンス特性またはアドミタンス特性を測定し、電流値や電圧値の変化または、振動を液体に与えたときの電流値や電圧値の周波数による変化を測定する方法がある。

尚、以下に記述する圧電装置の一実施形態としてのアクチュエータの特性値には、少なくとも素子特性値と振動特性値とが含まれる。素子特性値とは、アクチュエータに含まれる圧電性を有する材料自体の特性値を意味する。例えば、アクチュエータに定電流または定電圧を与えたときの電圧値または電流値や抵抗値、電気的な容量などの電気的特性や光学的特性がある。振動特性値とは、アクチュエータに含まれる振動部に接触する媒体の変化による音響インピーダンスの変化に基づいて変化する振動部の振動特性を意味する。例えば、振動部の振動周波数

や振幅がある。また、振動部の振動によって生ずる逆起電力の特性値も振動特性値に含まれる。

図1は、本発明が適用される単色、例えばブラックインク用のインクカートリッジの一実施形態の断面図である。本実施形態において、図1には、インクカートリッジ内のインクが記録ヘッドから吐出されず未消費の状態を示している。

(図2から図5および図18についても同様である。) 図1のインクカートリッジは、上記に説明した方法のうちの、圧電装置の振動部を振動させ、その後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって、少なくとも音響インピーダンスの変化を検知する方法に基づいている。圧電装置としてアクチュエータ106を用いる。

図1のインクカートリッジは、インクKを収容する容器本体1と、容器本体1内のインクKを容器本体1の外部へ供給するインク供給口2と、容器本体1内のインクKの消費状態を検出するアクチュエータ106とを備える。本実施形態によるインクカートリッジの容器本体1は、インク供給口2が配設される供給口形成側壁1010と、供給口形成側壁1010に対向する対向側壁1015を有する。

本実施形態によるインクカートリッジにおいて、アクチュエータ106は、容器本体1の内壁のうち、対向側壁1015の内壁に配備される。アクチュエータ106は、対向側壁1015を貫通するリードワイヤ111と電氣的に接続する。また、対向側壁1015の外壁には外部端子107がリードワイヤ111と電氣的に接続するように取り付けられる。従って、アクチュエータ106は、対向側壁1015に配備されるが、リードワイヤ111を介して容器本体1の外部にある外部端子107と電氣的に接続することによって、外部との電氣的な信号の受け渡しをすることができる。また、アクチュエータ106は、インクカートリッジが未使用の状態におけるインクの液面の下方であり、かつインクの液面の付近に配備される。従って、アクチュエータ106の振動部は、インクの液面に対してわずかに下方に位置付けられる。

容器本体1の内壁にアクチュエータ106が配備されることによって、アクチュエータ106は外部に突出することがない。よって、インクカートリッジの外

形は、外部端子 107 が突出する以外は、アクチュエータ 106 が配備されないインクカートリッジの外形とほぼ変わらない。したがって、インクジェット記録装置のインクカートリッジのホルダの規格などのような、インクカートリッジの外形が物理的に変化することによって行わなければならない設計上の大幅な変更を伴わない。

また、容器本体 1 の内壁、本実施形態においては対向側壁 1015 に穿孔する孔は、リードワイヤ 111 を貫通させる程度の孔であればよい。従って、アクチュエータ 106 を貫通させるための比較的大きな孔を容器本体 1 の側壁に設ける必要が無い。よって、容器本体 1 の内部が液密に保持され、インクが容器本体 1 内から外部へ漏れることが防止される。その結果、本実施形態によるインクカートリッジは、複雑なシール構造を不要とする。また、複雑なシール構造が不用になるので製造コストが低廉になる。

また、外部端子 107 およびリードワイヤ 111 を介してアクチュエータ 106 に電流や電圧を与えることによって、素子特性値を検出することができる。

さらに、本実施形態では、アクチュエータ 106 は、インクカートリッジが未使用の状態におけるインクの液面の下方であり、かつインクの液面の付近に配備されるので、インクカートリッジを製造する際あるいは、リサイクルするには、インクカートリッジ内に所定の量のインクが実際に入っているかを検知することができる。さらに、インクカートリッジの製造後において、欠陥を伴うインクカートリッジは、インクの漏れやインクの蒸発によりインクの量が減少する場合がある。かかる場合に、アクチュエータ 106 は、インクカートリッジ内にインクが所定の量入っていないことを検知することができるので、インクカートリッジの欠陥を検出することもできる。

また、インクカートリッジを未使用のまま長期間放置した場合には、インクの蒸発によりインクの粘性等の品質が悪化する場合がある。従って、アクチュエータ 106 は、インクカートリッジ内にインクが所定の量入っていないことを検知することによって、品質の良否の判断をもある程度することができる。

さらに、インクカートリッジが正しく装着されていない場合やインクジェット記録装置が傾斜している場合に、インクカートリッジが未使用の状態であるにも

かかわらず、アクチュエータ 106 がインクの液面から露出することによって、インクカートリッジが傾斜していることを検出することができる。逆に、所定の量のインクが消費されたにもかかわらずアクチュエータ 106 がインクの液面から露出しないことによって、インクカートリッジが傾斜していることを検出してもよい。

アクチュエータ 106 が配備されるインク液面に対する高さによって、インクカートリッジ内に充填するインクの量、インクカートリッジの傾き、またはインクカートリッジを不良と判断するインクの減少量を変更することができる。なお、発振手段を別に設けて、アクチュエータ 106 を単に媒体の検出手段として用いてもよい。

図 2 は、本発明に従ったインクカートリッジの他の実施形態を示す。本実施形態によるインクカートリッジでは、アクチュエータ 106 が、図 1 の実施形態によるインクカートリッジと同様に対向側壁 1015 に配備される。本実施形態によるインクカートリッジでは、アクチュエータ 106 は、インクカートリッジが未使用の場合のインクの液面よりわずかに上方に配備される。

本実施形態においても、外部端子 107 およびリードワイヤ 111 を介してアクチュエータ 106 に電流や電圧を与えることによって、素子特性値を検出することができる。

また、インクカートリッジが正しく装着されていない場合やインクジェット記録装置が傾斜している場合に、インクカートリッジが未使用であるにもかかわらず、アクチュエータ 106 がインクを検知することによってインクカートリッジが傾斜していることを検出することができる。

図 3 A は、本発明に従ったインクカートリッジのさらに他の実施形態を示す。本実施形態によるインクカートリッジでは、複数のアクチュエータ 106 a、106 b が対向側壁 1015 に配備される。また、アクチュエータ 106 a、106 b は、インクカートリッジが未使用の状態におけるインクの液面のわずかに下方と、それぞれ容器本体 1 の底面 1 a および対向側壁 1015 の間の境界近傍とに配備される。

よって、図 1 の実施形態におけるアクチュエータ 106 と同様の効果が得られ

る。一方で、インクが消費されたインクエンドの段階で、アクチュエータ 106 b と接触する媒体がインクから気体へと変更するように、アクチュエータ 106 b は設けられている。よって、アクチュエータ 106 b はインクエンドを検知することができる。

従って、図 3 A の実施形態のように、アクチュエータ 106 a、106 b の 2 つのアクチュエータが配備されることによって、アクチュエータ 106 a、106 b に欠陥があるか否かの判断、インクカートリッジにインクが所定の量だけ入っているか否かの検出、およびインクエンドの検出の全てが実施され得る。

また、アクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b の互いの特性値の相対的な条件に基づいてインクカートリッジ内のインクの消費量を検出することもできる。より詳細には、インクカートリッジ内の所定の量のインクが消費され、アクチュエータ 106 a の周辺にインクが無くなったときに検出されたアクチュエータ 106 a の振動特性値を半導体記憶手段 7 が記憶する。アクチュエータ 106 b が検出する振動特性値の値が、アクチュエータ 106 a の周辺にインクが無くなったときに検出されたアクチュエータ 106 a の振動特性値の値とほぼ等しい値になったときに、インクの液面がアクチュエータ 106 b を通過したと判断できる。アクチュエータ 106 b は容器本体 1 のインクエンド時のインク液面の近傍に配備されるので、インクの液面がアクチュエータ 106 b を通過したと判断したときに、インクエンドと判断することができる。また、本実施形態によれば、容器本体 1 内のインクが無いときのアクチュエータ 106 a および 106 b の振動特性値を製造工程で測定する必要が無い。従って、アクチュエータ 106 a および 106 b またはインクカートリッジの製造が容易になり、製造工程が短縮される。さらに、アクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b は同じロットで製造されたものであることが好ましい。それによって、アクチュエータ 106 a とアクチュエータ 106 b との特性がほぼ同等となるからである。特性が同等なアクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b を使用することによってインクカートリッジ内のインクを正確に検出することができる。

図 3 B は、本発明に従ったインクカートリッジのさらに他の実施形態を示す。図 3 B の実施形態によるインクカートリッジは、図 3 A の実施形態によるインク

カートリッジのアクチュエータ 106 b をアクチュエータ 106 a の近傍に配置付けている。インクカートリッジをインクジェット記録装置に装着したときに、インクの液面がアクチュエータ 106 a とアクチュエータ 106 b との間に位置するようにアクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b の位置を設計する。それによって、インクカートリッジが正常にインクジェット記録装置に装着されたことを判断できる。インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されたときに、アクチュエータ 106 a がインクが無いことを検出し、かつアクチュエータ 106 b がインクが有ることを検出した場合には、インクカートリッジが正常に装着されたと判断する。一方で、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されたときに、アクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b がともにインクが有ることを検出した場合には、インクカートリッジが正常に装着されていないと判断する。さらに、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されたときに、アクチュエータ 106 a およびアクチュエータ 106 b がともにインクが無いことを検出した場合には、インクカートリッジ内のインクが所定の量だけ充填されていない、もしくはインクカートリッジ、アクチュエータ、サブタンクユニット 33 (図 7 参照) に欠陥があると判断できる。

また、図 3 B の実施形態によるインクカートリッジにインクを充填するときに、アクチュエータ 106 a とアクチュエータ 106 b との間にインクの液面が位置するまで充填してもよい。アクチュエータ 106 a がインク無しを検知しかつアクチュエータ 106 b がインク有りを検出することによって、インクカートリッジ内にインクが過不足無く充填されていることを検出することができる。

尚、図 1 から図 3 B の実施形態におけるアクチュエータ 106 は、対向側壁 1015 に配備されるが、アクチュエータ 106 は供給口形成側壁 1010 に配備してもよい。また、図 18 に示すように、アクチュエータ 106 は、容器本体 1 の上方にある頂壁に配備してもよい。また、2つのアクチュエータ 106 がインクの液面に対して同じ液位に位置するように配備されている場合には、インクカートリッジが傾斜して配備されている場合に、一方のアクチュエータ 106 のみが気体またはインクを検出するので、インクカートリッジが傾斜していることを

検出することができる。

図4は、本発明に従ったインクカートリッジのさらに他の実施形態の短手方向の断面図を示す。容器本体1は、インク供給口2が配設される供給口形成側壁1010（図1参照）と供給口形成側壁1010に対向する対向側壁1015（図1参照）との間を介在する介在側壁1020a、1020bを有する。本実施形態において、アクチュエータ106は介在側壁1020aに配備される。

本実施形態においては、アクチュエータ106は、介在側壁1020aの内壁のうち、インクカートリッジが未使用の状態におけるインクの液面のわずかな下方に配備される。しかし、図1から図3Bのようにアクチュエータ106を配備してもよい。さらに、本実施形態においては、アクチュエータ106は、一方の介在側壁1020aに配備されるが、他方の介在側壁1020bに配備してもよい。

図5は、振動領域が長い単一のアクチュエータ106を配備したインクカートリッジの断面図である。アクチュエータ106の振動領域はインクが消費される前のインクの液面の近傍から底面1aまで延びている。

本実施形態によれば単一のアクチュエータ106で、アクチュエータ106に欠陥があるか否かの判断、インクカートリッジにインクが所定の量だけ入っているか否かの検出、およびインクエンドの検出の全ての実施を可能にする。

また、アクチュエータ106の少なくとも2つの振動特性値に基づいて容器内の液体の消費状態を判定することができる。

図6は、複数種類のインクを収容するインクカートリッジの一実施形態を示す裏側から見た斜視図である。容器8は、隔壁により3つのインク室9、10及び11に分割される。それぞれのインク室には、インク供給口12、13及び14が形成されている。アクチュエータ15、16および17が、それぞれ供給口形成側壁1012、1013および1014に配備される。アクチュエータ15、16および17は容器本体1に含まれる他の側壁に配備してもよい。

図7は、図1に示したインクカートリッジを使用したインクジェット記録装置の要部の実施形態を示す断面図である。記録用紙の幅方向に往復に動くことができるキャリッジ30は、サブタンクユニット33を備えている。記録ヘッド31がサブタンクユニット33の下面に設けられている。また、インク供給針32は

サブタンクユニット 3 3 のインクカートリッジ搭載面側に設けられている。さらに、少なくともアクチュエータ 1 0 6 の特性値が所定の条件を満たさない場合にエラーを表示する出力部としてのパネル 2 0 0 0 がインクジェット記録装置内に配備される。もしくは、外部のホストコンピュータ 3 0 0 0 にエラーを表示するように、ホストコンピュータ 3 0 0 0 に接続する外部出力端子 2 5 0 0 をインクジェット記録装置に設けてもよい。尚、図 7 において外部端子 1 0 7 は、インクジェット記録装置のカートリッジホルダ（図 7 では図示せず）などを介して外部出力端子 2 5 0 0 に電氣的または光学的に接続する。

容器本体 1 のインク供給口 2 をサブタンクユニット 3 3 のインク供給針 3 2 に挿通すると、弁体 6 がバネ 5 に抗して後退し、インク流路が形成され、容器本体 1 内のインクがインク室 3 4 に流れ込む。インク室 3 4 にインクが充填された後に、記録ヘッド 3 1 のノズル開口に負圧を作用させて記録ヘッド 3 1 からインクを吐出し記録動作を実行する。

尚、図 1 から図 5 および図 1 8 の実施形態において、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されインク室 3 4 にインクが充填されたときに、インクの液面が図示する位置にくるように、インクカートリッジ、アクチュエータ 1 0 6 の位置およびインク室 3 4 の容量を設計することが好ましい。従って、図 1 から図 5 および図 1 8 に示すインクの液面がインクカートリッジの製造時における液面のレベルであるとは限らない。

記録動作により記録ヘッド 3 1 においてインクが消費されると、膜弁 3 6 の下流側の圧力が低下するので、膜弁 3 6 が開弁する。膜弁 3 6 が開くことにより、インク室 3 4 のインクはインク供給路 3 5 を介して記録ヘッド 3 1 に流れこむ。記録ヘッド 3 1 へのインクの流入に伴って、容器本体 1 のインクは、インク供給針 3 2 を介してサブタンクユニット 3 3 に流れ込み、印字が繰り返される。

図 8 は、本発明のインクジェット記録装置の制御装置を示すブロック図である。本発明のインクジェット記録装置は、インク滴を記録用紙に吐出して印字する記録ヘッド 7 0 2 と、記録ヘッド 7 0 2 を記録用紙の幅方向（主走査方向）に往復移動させるキャリッジ 7 0 0 と、キャリッジ 7 0 0 に装着され、記録ヘッド 7 0 2 にインクを供給するインクカートリッジ 1 8 0 とを有する。キャリッジ 7 0 0

はキャリッジ駆動モータ 7 1 6 に接続されている。キャリッジ駆動モータ 7 1 6 を駆動することによりキャリッジ 7 0 0 及び記録ヘッド 7 0 2 が記録用紙の幅方向に往復移動する。キャリッジモータ制御手段 7 2 2 はキャリッジ駆動モータ 7 1 6 を制御する。

インクカートリッジ 1 8 0 に装着されたアクチュエータ 1 0 6 は圧電装置制御手段 7 2 0 によって制御される。圧電装置制御手段 7 2 0 によって制御されたアクチュエータ 1 0 6 の特性値は特性値検出部 8 1 0 によって検出される。例えば、圧電装置制御手段 7 2 0 がアクチュエータ 1 0 6 に定電圧を印加することによって、アクチュエータ 1 0 6 に含まれる圧電素子に流れる電流値を、特性値検出部 8 1 0 が検出する。それによって、特性値検出部 8 1 0 は圧電素子の抵抗値を検出することができる。また、交流電源を使用することによって、特性値検出部 8 1 0 は圧電素子の電気的な容量を検出してもよい。

特性値検出部 8 1 0 はアクチュエータ 1 0 6 の振動部の振動特性を検出してもよい。例えば、圧電装置制御手段 7 2 0 がアクチュエータ 1 0 6 に電圧を印加し、アクチュエータ 1 0 6 の振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を特性値検出部 8 1 0 が検出する。それによって、特性値検出部 8 1 0 は残留振動の共振周波数や逆起電力の振幅を検出することができる。

特性値検出部 8 1 0 で検出されたアクチュエータ 1 0 6 の特性値は特性値判定部 8 2 0 に送信される。一方で、特性値が満たすべき所定の条件を予め記憶部 8 5 0 に記憶させておく。所定の条件は特性値に応じて設定すればよい。例えば、特性値が圧電素子の抵抗値である場合には、その圧電素子の抵抗値が満たすべきスペックを所定の条件とする。また、例えば、特性値がアクチュエータ 1 0 6 の共振周波数として判定する場合には、その共振周波数が満たすべきスペックを所定の条件とする。特性値検出部 8 1 0 がアクチュエータ 1 0 6 の特性値を検出するタイミングに対応して、記憶部 8 5 0 が所定の条件を特性値判定部 8 2 0 に送信する。特性値判定部 8 2 0 に送信された特性値は、特性値判定部 8 2 0 に含まれる比較器によって、所定の条件と比較される。

特性値が所定の条件を満たさないと特性値判定部 8 2 0 が判断する場合には、特性値判定部 8 2 0 は出力部 8 4 0 にエラー信号を送信する。出力部 8 4 0 はエ

ラー信号に応じてエラーの表示を出力する。出力部 840 は、例えば、図 7 に示されるパネル 2000 や外部出力端子 2500 である。外部出力端子 2500 は、エラー信号を外部のホストコンピュータ 3000 へ出力することができるように、ホストコンピュータ 3000 と接続する。エラー表示は、インクカートリッジに欠陥が有る旨やインクカートリッジを交換すべき旨、特性値、特性値判定部 820 における判定結果などの表示である。エラー表示は単に光を発生する手段や音声が発生する手段であってもよい。また、特性値判定部 820 は制御部 750 へ動作不可能信号を送信する。動作不可能信号は、インクジェット記録装置に印字、クリーニング、フラッシング等の動作を実行させない状態、即ち、インクジェット記録装置を動作不可能状態にするための信号である。動作不可能信号を受けたインクジェット記録装置は動作を実行せず、または動作を中止する。インクジェット記録装置が動作不可能状態にある場合に、ユーザーがインクジェット記録装置を動作させることを選択することができるように設計してもよい（図示せず）。

一方、特性値が所定の条件を満たすと特性値判定部 820 が判断する場合には、特性値判定部 820 は制御部 750 へ動作可能信号を送信する。動作可能信号は、インクジェット記録装置が印字、クリーニング、フラッシング、待機等の動作を実行することができる状態、即ち、インクジェット記録装置を動作可能状態にするための信号である。動作可能信号を受けたインクジェット記録装置は動作を開始または再開することができ、もしくは動作前の待機状態になる。さらに、出力部 840 が、特性値が所定の条件を満たすこと、インクジェット記録装置が動作可能状態であることなどを知らせる表示を出力してもよい。

特性値検出部 810 がアクチュエータ 106 の特性値を検出するタイミングは、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着された時でもよい。また、インク消費量測定部 830 がインクカートリッジ内のインクが所定の量だけ消費されたことを計測した時であってもよい。

インク消費量測定部 830 がインクカートリッジ内のインクが所定の量だけ消費されたことを計測した時をより詳細に説明する。インク消費量測定部 830 は、記録ヘッドから吐出されるインク滴の量やクリーニング、フラッシングの際に使用されるインクの量を積算することによってインクカートリッジ内のインクの消

費量を計算する。インク消費量測定部 830 で測定されたインクの計算上の消費量の情報は特性値判定部 820 に送信される。一方で、計算上の消費量が満たすべき所定の条件を予め記憶部 850 に記憶させておく。所定の条件は記録ヘッドから吐出されるインク滴の量、クリーニングやフラッシングの頻度、アクチュエータ 106 が配備される位置などに応じて設定すればよい。記憶部 850 は記憶された所定の条件を特性値判定部 820 に送信する。特性値判定部 820 は、インク消費量測定部 830 における計算上のインクの消費量が所定の量に達したときに、制御部 750 に信号を発する。制御部 750 の圧電装置制御手段 720 は、特性値判定部 820 からの信号に応じてアクチュエータ 106 に電圧等を与える。それによって、特性値検出部 810 がアクチュエータ 106 の特性値の検出をする。

尚、インク消費量測定部 830 に予め設定されるインク滴の量やクリーニング、フラッシングの際に使用されるインクの量は、実際に吐出されるインクの量と使用環境等により誤差が生じる場合が多い。従って、記憶部 850 に記憶される所定の条件はある程度の有余を加減したものとすることが好ましい。また、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着された時にアクチュエータ 106 の特性値を検出する場合には、記憶部 850 に記憶される所定の条件としてのインクの消費量をゼロに設定してもよい。

インクジェット記録装置は、非印字領域に記録ヘッド 702 を封止するキャップ 712 をさらに搭載する。キャップ 712 は、吸引ポンプ 718 にチューブを介して接続され、負圧の供給を受けて記録ヘッド 702 の全ノズルからインクを吐出することで記録ヘッド 702 のノズル開口をクリーニングする。または、記録ヘッド 702 をキャップ 712 に位置付け、記録ヘッド 702 の全ノズルからインクを吐出することでフラッシングする。これらのクリーニング処理、フラッシング処理、印字状態と非印字状態との切替の時にアクチュエータ 106 の特性値を検出するタイミングにしてもよい。

尚、特性値検出部 810、特性値判定部 820、インク消費量測定部 830、出力部 840 および記憶部 850 は、インクジェット記録装置の内部、例えば、制御部 750 の内部に配備しても良く、外部に配備される装置、例えば、外部の

ホストコンピュータに配備してもよい。好適には、圧電装置の動作に関与する特性値検出部 810、特性値判定部 820、インク消費量測定部 830、出力部 840 および記憶部 850 はインクカートリッジに配備する。圧電装置の動作に関与する部材が故障した場合を考慮し、インクカートリッジと同時に交換できるように構成したりが好ましいからである。さらに、圧電装置の動作に関与する特性値検出部 810、特性値判定部 820、インク消費量測定部 830、出力部 840 および記憶部 850 は、インクジェット記録装置から容易に着脱可能なように装着された記憶ハードに配備してもよい。

図 9 および図 10 は、図 1 の実施形態に従ったインクカートリッジが装着されたインクジェット記録装置の制御方法を示したフローである。尚、図 2 から図 6 の実施形態に従ったインクカートリッジを図 1 の実施形態に従ったインクカートリッジに代えて使用してもよい。

図 9 は、図 1 に示すインクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されてから、インクジェット記録装置が動作可能状態または動作不可能状態になるまでのフローである。

図 9 のフローをもとに図 8 を参照しつつ、インクジェット記録装置の動作を説明する。インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着される。インクカートリッジが装着されたときに、インクジェット記録装置はインクカートリッジが装着されたことを認識する。インクカートリッジが装着されたことを認識する手段は特に限定されない。例えば、インクジェット記録装置がインクカートリッジに配備されている半導体記憶手段 7 を検出することによってインクカートリッジが装着されたことを認識してもよい。また、インクカートリッジに突起（図示せず）を設け、インクカートリッジが装着される際に、突起がインクジェット記録装置に予め設けられたスイッチ（図示せず）を押す。それによって、スイッチが電氣的に導通し、インクジェット記録装置はインクカートリッジが装着されたことを認識してもよい。あるいは、インクカートリッジが装着されたときに、ユーザーがインクジェット記録装置に任意の手段によって入力してもよい。

次に、圧電装置制御手段 720 が、アクチュエータ 106 の素子特性値を検出する素子特性検出信号をアクチュエータ 106 へ送信する。素子特性検出信号は、

例えば、電流や電圧である。その後、図9（A）において、特性値検出部810がアクチュエータ106の素子特性値を検出し、特性値判定部820が素子特性値を判定する。

アクチュエータ106の素子特性値が所定の条件を満たさない場合には、出力部840にエラー0の表示をする。例えば、インクジェット記録装置内に配備される表示部としてのパネル2000に、もしくはインクジェット記録装置に設けられる外部出力端子2500に接続する外部のホストコンピュータ3000に、エラー0の表示をする。または、再度、アクチュエータ106へ素子特性検出信号を送信する命令S0をインクジェット記録装置へ返してもよい。かかる場合には、命令S0により素子特性検出信号が所定の回数送信されたにもかかわらず、アクチュエータ106が素子特性値が所定の条件を満たさない場合にエラー0の表示を出力するように設定してもよい。さらに、素子特性検出信号が所定の回数送信されたときのアクチュエータ106の素子特性値の平均値が所定の条件を満たさない場合にエラー0の表示を出力するように設定してもよい。さらに、複数の素子特性値のうちの最大値が所定の範囲内であるか否か、もしくは、最小値が所定の範囲内であるか否か、に基づいて判断することもできる。

エラー0の表示は、単にエラーであることをユーザーに通知する表示であってもよい。好ましくは、エラー0の表示は、アクチュエータ106が不良である旨の表示、素子特性値、特性値判定部820における判定結果などである。エラー0が表示されるとともに、インクジェット記録装置は動作不可能状態になる。インクジェット記録装置が動作不可能状態である旨を出力部840が表示してもよい。また、インクジェット記録装置が動作不可能状態である旨を記憶部850が記憶してもよい。それによって、インクジェット記録装置の過去のデータが保存される。尚、動作不可能状態とは記録装置としての動作が不可能な状態である。また、本実施形態によるインクジェット記録装置は、動作不可能状態であっても、新しいインクカートリッジへの交換をできるようにするためにインクカートリッジを所定の位置へ移動させるための信号や、後述するユーザーによる選択等の信号を受信することができる状態になっている。

アクチュエータ106の素子特性値の不良としては、圧電素子の不良と圧電素

子への配線の接触不良とが考えられる。圧電素子の不良は、圧電素子の素子特性自体が不良であるために起きる。圧電素子への配線の接触不良は、図 1 1 A、図 1 1 B、図 1 1 Cにおいて、圧電層 1 6 0、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6、上部電極端子 1 6 8、下部電極端子 1 7 0、補助電極 1 7 2の電気的な接触やアクチュエータ 1 0 6から特性値検出部 8 1 0までの配線の電気的な接触が断絶しているために起きる。

ユーザーは、エラー 0 の表示をもとに、インクジェット記録装置を動作不可能状態に維持した状態で、インクカートリッジを交換する。または、既に装着されているインクカートリッジでインクジェット記録装置を動作可能状態にするために、ユーザーが命令 S 2 を選択することができるように設定してもよい。命令 S 2 によってインクジェット記録装置は動作をすることができる状態になる。アクチュエータ 1 0 6 の素子特性値を含め、過去のエラーおよび命令の内容は、記憶部 8 5 0 に記憶させておくことが好ましい。

アクチュエータ 1 0 6 の素子特性値が所定の条件を満たす場合には、圧電装置制御手段 7 2 0 からアクチュエータ 1 0 6 へ動作信号が送信される（図 9（B）参照）。アクチュエータ 1 0 6 は、動作信号を受信する。アクチュエータ 1 0 6 に欠陥が無い場合には、アクチュエータ 1 0 6 は所定の動作をする。一方で、アクチュエータ 1 0 6 に欠陥が有る場合には、アクチュエータ 1 0 6 は所定の動作をしない。アクチュエータ 1 0 6 が所定の動作をしたか否かの判断は、特性値検出部 8 1 0 がアクチュエータ 1 0 6 の振動特性を検出したかを特性値判定部 8 2 0 が判定することによって判断することができる。

図 9（B）において、アクチュエータ 1 0 6 が所定の動作をしない場合には、エラー 1 の表示が出力部 8 4 0 に出力される。アクチュエータ 1 0 6 が所定の動作をしない場合には、再度、アクチュエータ 1 0 6 へ動作信号を送信する命令 S 1 をインクジェット記録装置へ返してもよい。かかる場合には、命令 S 1 により動作信号が所定の回数送信されたにもかかわらず、アクチュエータ 1 0 6 が動作しない場合にエラー 1 の表示を出力するように設定すればよい。

エラー 1 の表示は、単にエラーであることをユーザーに通知する表示であってもよい。好ましくは、エラー 1 の表示は、インクカートリッジが不良である旨、

またはインクカートリッジに配備されるアクチュエータ 106 が不良である旨、特性値、特性値判定部 820 における判定結果などの表示である。アクチュエータ 106 が配備されていないインクカートリッジが、インクジェット記録装置に装着されたことをエラー 1 の表示とすることもできる。アクチュエータ 106 が所定の動作をしない場合には、エラー 1 が表示されるとともに、インクジェット記録装置は動作不可能状態になる。

ユーザーは、エラー 1 の表示によって、動作不可能状態を維持したまま、インクカートリッジを交換する。または、既に装着されているインクカートリッジで動作可能状態にするために、ユーザーが命令 S2 を選択することができるよう設定してもよい。命令 S2 によってインクジェット記録装置は動作することができるようになる。過去のエラーおよび命令は、記憶部 850 に記憶させておくことが好ましい。

図 9 (B) において、アクチュエータ 106 が所定の動作をした場合には、アクチュエータ 106 が検知した残留振動から得られる初期振動特性値が所定の条件を満たすかを判断する。初期振動特性値としては、アクチュエータ 106 の振動部に残留した残留振動によって生じた逆起電力の共振周波数、振幅、波長、所定時間内の波数、所定波数が経過するまでの時間などがある。より詳細には、図 11 A から図 11 B に示す。また、所定の条件は、初期振動特性値の期待値に一定の有余を加減した範囲、アクチュエータ 106 やインクカートリッジの製造の際に予め測定した特性値の実測値に一定の有余を加減した範囲に実測値が含まれることがある。尚、所定の条件は、上限または下限のみを規定する条件であってもよい。

図 9 (C) において、初期振動特性値の値が所定の条件を満たさない場合には、エラー 2 の表示が出力部 840 に出力される。また、初期振動特性値が所定の条件を満たさない場合には、再度、アクチュエータ 106 へ動作信号を送信する命令 S3 をインクジェット記録装置へ返してもよい。かかる場合には、アクチュエータ 106 が所定の回数動作することによって得られた、複数の初期振動特性値の平均値、最大値または最小値に基づいて判断することができる。複数の初期振動特性値の平均値、最大値または最小値が所定の範囲内でない場合には、エラー

2の表示を出力するように設定することができる。

エラー2の表示は、単にエラーであることをユーザーに通知する表示であってもよい。より好ましくは、エラー2の表示は、インクカートリッジが不良であること、特性値、特性値判定部820における判定結果の表示である。エラー2の表示によるインクカートリッジの不良としては、例えば、インクカートリッジの製造の際にインクが所定の量入っていないためにインクの液位がアクチュエータ106の位置に達していない場合、インクカートリッジやインクジェット記録装置が傾斜しているためにインクがアクチュエータ106の周辺に無い場合、インクカートリッジが長期間未使用のまま放置されることによってインクが蒸発し、インクの液位がアクチュエータ106の位置に達していない場合、インクカートリッジの欠陥によりインクが漏れまたは蒸発し、インクの液位がアクチュエータ106に位置に達していない場合、一旦使用されたインクカートリッジがインクジェット記録装置に再装着された場合などがある。初期振動特性値が所定の条件を満たさない場合には、エラー2が表示されるとともに、インクジェット記録装置は印字不可能状態になる。

ユーザーは、エラー2の表示によって、インクジェット記録装置を印字不可能状態に維持したまま、インクカートリッジを交換する。または、既に装着されているインクカートリッジで動作可能状態にするために、ユーザーが命令S2を選択することができるように設定してもよい。命令S2によってインクジェット記録装置は動作することができる状態になる。過去のエラーおよび命令は、記憶部850に記憶させておくことが好ましい。

図9（C）において、初期振動特性値が所定の条件を満たす場合には、インクジェット記録装置は動作可能状態となる。

図9においては、インクカートリッジがインクジェット記録装置に装着されたときのフローを示した。しかし、インクジェット記録装置が動作を開始する直前に図9のフローを実行してもよい。また、インクジェット記録装置が非印字状態にあるときに図9のフローを実行してもよい。さらに、記録ヘッドのクリーニング、フラッシング、ワイピングをする際に図9のフローを実行してもよい。さらに、予め設定された適当な時間に図9のフローを実行してもよい。

図10は、インクが所定量消費されたときに、アクチュエータ106の特性値を検出し、インクジェット記録装置が動作可能状態になるまでのフローである。図10のフローをもとに、図8を参照しつつ、インクジェット記録装置の動作を説明する。

図10のフローは、インクジェット記録装置の動作において、例えば、改ページするごとに、非印字状態への移行ごとにもしくは予め設定されている時間の経過ごとに、開始すればよい。

インク消費量測定部830は、記録ヘッドが吐出したインク滴の数、および記録ヘッドに設けられるノズルの目詰まりやメニスカスを回復させるためメンテナンス、例えば、フラッシングやクリーニングの回数をカウントすることにより、記録ヘッドが吐出したインクの量を計測する。

記録ヘッドが吐出したインクの量の計測値は、インクカートリッジ内のインクの消費量とほぼ一致する。インクの消費量の計測値が所定の基準値に達していない場合には、インクジェット記録装置は動作を続行する。インクの消費量の計測値が所定の値に達したときには、インクジェット記録装置はアクチュエータ106へ動作信号を送信する。尚、所定の基準値は、インクの実際の消費量と、記録ヘッド31が吐出したインクの量の計測値と、の差を考慮し、基準値に有余を加減することが好ましい。

アクチュエータ106は、動作信号を受信する。アクチュエータ106に欠陥が無い場合には、アクチュエータ106は所定の動作をする。一方で、アクチュエータ106に欠陥が有る場合には、アクチュエータ106は所定の動作をしない(図10(A)参照)。アクチュエータ106が所定の動作をしたか否かの判断は、特性値検出部810がアクチュエータ106の振動特性を検出したかを特性値判定部820が判定することによって判断することができる。

図10(A)において、アクチュエータ106が所定の動作をしない場合には、出力部840に、エラー3の表示をする。また、アクチュエータ106が所定の動作をしない場合には、再度、アクチュエータ106へ動作信号を送信する命令S4をインクジェット記録装置へ返してもよい。かかる場合には、命令S4により動作信号が所定の回数送信されたにもかかわらず、アクチュエータ106が動

作しない場合にエラー 3 の表示を出力するように設定する。

エラー 3 の表示は、単にエラーであることをユーザーに通知する表示であってもよい。好ましくは、エラー 3 の表示は、インクカートリッジが不良である旨、インクカートリッジに配備されるアクチュエータ 106 が不良である旨、インクジェット記録装置を停止する旨、特性値、特性値判定部 820 における判定結果などの表示である。アクチュエータ 106 が配備されていないインクカートリッジが、インクジェット記録装置に装着されたことをエラー 3 の表示とすることもできる。アクチュエータ 106 が所定の動作をしない場合には、エラー 3 が表示されるとともに、インクジェット記録装置は動作不可能状態になる。

ユーザーは、エラー 3 の表示によって、インクジェット記録装置を動作不可能状態に維持したまま、インクカートリッジを交換する。または、既に装着されているインクカートリッジで印字を続行するために、ユーザーが命令 S5 を選択することができるように設定してもよい。命令 S5 によってインクジェット記録装置は動作することができる状態になる。過去のエラーおよび命令は、記憶部 850 に記憶させておくことが好ましい。

図 10 (A) において、アクチュエータ 106 が所定の動作をした場合には、アクチュエータ 106 が検知した残留振動から得られる中間振動特性値が所定の条件を満たすか否かを判断する (図 10 (B))。中間振動特性値としては、アクチュエータ 106 の振動部に残留した残留振動によって生じた逆起電力の共振周波数、振幅、波長、所定時間内の波数、所定波数が経過するまでの時間などがある。初期振動特性値が計測されている場合には、中間振動特性値は初期振動特性値と同種の特性値であることが好ましい。また、中間振動特性値の満たすべき所定の条件は、中間振動特性値の期待値に一定の有余を加減した範囲、アクチュエータ 106 やインクカートリッジの製造の際に予め測定した特性値の実測値に一定の有余を加減した範囲、または他の特性値、例えば、前述した初期振動特性値との相対関係によって決定される範囲に中間振動特性値が含まれることとすることができる。尚、所定の条件は、上限または下限のみを規定するものであってもよい。また、中間振動特性値が満たすべき所定の条件は初期振動特性値が満たすべき条件と同一であってもよい。また、初期振動特性値および中間振動特性値

は、単一のアクチュエータ 106 から検出された少なくとも 2 つの振動特性値の一方および他方であってもよい。さらに、特性値検出部 810 が検出し、特性値判定部 820 が判定する特性値は単一の種類の特性値であってもよく、複数の種類の特性値であってもよい。

図 10 (B) において、中間振動特性値が所定の条件を満たさない場合には、出力部 840 にエラー 4 の表示をする。また、再度、アクチュエータ 106 へ動作信号を送信する命令 S6 をインクジェット記録装置へ返してもよい。かかる場合には、アクチュエータ 106 が所定の回数動作することによって得られた、複数の中間振動特性値の平均値、最大値または最小値に基づいて判断することができる。複数の中間振動特性値の平均値、最大値または最小値が所定の条件を満たさない場合に出力部 840 にエラー 4 の表示を出力するように設定する。

エラー 4 の表示は、単にエラーであることをユーザーに通知する表示であってもよい。好ましくは、エラー 4 の表示は、インクカートリッジが不良である旨、特性値、特性値判定部 820 における判定結果の表示である。エラー 4 の表示によるインクカートリッジの不良としては、例えば、インクカートリッジやインクジェット記録装置が傾斜しているためにインクがアクチュエータ 106 の周辺に有る場合、インクカートリッジから記録ヘッドへインクが供給されていない場合、記録ヘッドの欠陥によりインクが吐出されない場合などがある。中間振動特性値が所定の条件を満たさない場合には、エラー 4 が表示されるとともに、インクジェット記録装置は動作不可能状態になる。

ユーザーは、エラー 4 の表示によって、インクジェット記録装置を動作不可能状態に維持したまま、インクカートリッジを交換する。または、既に装着されているインクカートリッジで動作を再開するために、ユーザーが命令 S5 を選択することができるように設定してもよい。命令 S5 によってインクジェット記録装置は動作することができる状態になる。過去のエラーおよび命令は、記憶部 850 に記憶しておくことが好ましい。

図 10 (B) において、中間振動特性値の値が所定の条件を満たす場合には、インクジェット記録装置は動作可能状態となる。

図 9 および図 10 の実施形態は、それぞれ一方のインクジェット記録装置の制

御方法のみを実行してもよい。また、図9および図10の実施形態を一連のインクジェット記録装置の制御方法として実行してもよい。

図11Aから図12は、圧電装置の一実施形態であるアクチュエータ106の詳細および等価回路を示す。ここでいうアクチュエータは、少なくとも音響インピーダンスの変化を検知して液体容器内の液体の消費状態を検出する方法に用いられる。特に、残留振動により共振周波数の検出することで、少なくとも音響インピーダンスの変化を検知して液体容器内の液体の消費状態を検出する方法に用いられる。図11Aは、アクチュエータ106の拡大平面図である。図11Bは、アクチュエータ106のB-B断面を示す。図11Cは、アクチュエータ106のC-C断面を示す。さらに図12(A)および図12(B)は、アクチュエータ106の等価回路を示す。また、図12(C)および図12(D)は、それぞれインクカートリッジ内にインクが満たされているときのアクチュエータ106を含む周辺およびその等価回路を示し、図12(E)および図12(F)は、それぞれインクカートリッジ内にインクが無いときのアクチュエータ106を含む周辺およびその等価回路を示す。

アクチュエータ106は、ほぼ中央に円形状の開口161を有する基板178と、開口161を被覆するように基板178の一方の面（以下、「表面」という。）に配備される振動板176と、振動板176の表面の側に配置される圧電層160と、圧電層160を両方からはさみこむ上部電極164および下部電極166と、上部電極164と電氣的に結合する上部電極端子168と、下部電極166と電氣的に結合する下部電極端子170と、上部電極164および上部電極端子168の間に配設され、かつ両者を電氣的に結合する補助電極172と、を有する。圧電層160、上部電極164および下部電極166はそれぞれの主要部として円形部分を有する。圧電層160、上部電極164および下部電極166のそれぞれの円形部分は圧電素子を形成する。

振動板176は、基板178の表面に、開口161を覆うように形成される。キャビティ162は、振動板176の開口161と面する部分と基板178の表面の開口161とによって形成される。基板178の圧電素子とは反対側の面（以下、「裏面」という。）は液体容器側に面しており、キャビティ162は液

体と接触するように構成されている。キャビティ 162 内に液体が入っても基板 178 の表面側に液体が漏れないように、振動板 176 は基板 178 に対して液密に取り付けられる。

下部電極 166 は振動板 176 の表面、即ち液体容器とは反対側の面に位置しており、下部電極 166 の主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように取り付けられている。なお、下部電極 166 の円形部分の面積が開口 161 の面積よりも小さくなるように設定されている。一方、下部電極 166 の表面側には、圧電層 160 が、その円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成されている。圧電層 160 の円形部分の面積は、開口 161 の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるように設定されている。

一方、圧電層 160 の表面側には、上部電極 164 が、その主要部である円形部分の中心と開口 161 の中心とがほぼ一致するように形成される。上部電極 164 の円形部分の面積は、開口 161 および圧電層 160 の円形部分の面積よりも小さく、かつ下部電極 166 の円形部分の面積よりも大きくなるよう設定されている。

したがって、圧電層 160 の主要部は、上部電極 164 の主要部と下部電極 166 の主要部とによって、それぞれ表面側と裏面側とから挟みこまれる構造となっていて、圧電層 160 を効果的に変形駆動することができる。圧電層 160、上部電極 164 および下部電極 166 のそれぞれの主要部である円形部分がアクチュエータ 106 における圧電素子を形成する。上述のように圧電素子は振動板 176 に接している。また、上部電極 164 の円形部分、圧電層 160 の円形部分、下部電極 166 の円形部分および開口 161 のうちで、面積が最も大きいのは開口 161 である。この構造によって、振動板 176 のうち実際に振動する振動領域は、開口 161 によって決定される。また、上部電極 164 の円形部分、圧電層 160 の円形部分および下部電極 166 の円形部分は開口 161 より面積が小さいので、振動板 176 がより振動しやすくなる。さらに、圧電層 160 と電氣的に接続する下部電極 166 の円形部分および上部電極 164 の円形部分のうち、下部電極 166 の円形部分の方が小さい。従って、下部端子 166 の円形

部分が圧電層 160 のうち圧電効果を発生する部分を決定する。

上部電極端子 168 は、補助電極 172 を介して上部電極 164 と電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。一方、下部電極端子 170 は、下部電極 166 に電氣的に接続するように振動板 176 の表面側に形成される。上部電極 164 は、圧電層 160 の表面側に形成されるため、上部電極端子 168 と接続する途中において、圧電層 160 の厚さと下部電極 166 の厚さとの和に等しい段差を有する必要がある。上部電極 164 だけでこの段差を形成することは難しく、かりに可能であったとしても上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続状態が弱くなってしまい、切断してしまう危険がある。そこで、補助電極 172 を補助部材として用いて上部電極 164 と上部電極端子 168 とを接続させている。このようにすることで、圧電層 160 も上部電極 164 も補助電極 172 に支持された構造となり、所望の機械的強度を得ることができ、また上部電極 164 と上部電極端子 168 との接続を確実にすることが可能となる。

なお、圧電素子と振動板 176 のうちの圧電素子に直面する振動領域とが、アクチュエータ 106 において実際に振動する振動部である。また、アクチュエータ 106 に含まれる部材は、互いに焼成されることによって一体的に形成されることが好ましい。アクチュエータ 106 を一体的に形成することによって、アクチュエータ 106 の取り扱いが容易になる。さらに、基板 178 の強度を高めることによって振動特性が向上する。即ち、基板 178 の強度を高めることによって、アクチュエータ 106 の振動部のみが振動し、アクチュエータ 106 のうち振動部以外の部分が振動しない。また、アクチュエータ 106 の振動部以外の部分が振動しないためには、基板 178 の強度を高めるのに対し、アクチュエータ 106 の圧電素子を薄くかつ小さくし、振動板 176 を薄くすることによって達成できる。

圧電層 160 の材料としては、ジルコン酸チタン酸鉛 (PZT)、ジルコン酸チタン酸鉛ランタン (PLZT) または鉛を使用しない鉛レス圧電膜を用いることが好ましく、基板 178 の材料としてジルコニアまたはアルミナを用いることが好ましい。また、振動板 176 には、基板 178 と同じ材料を用いることが好ましい。上部電極 164、下部電極 166、上部電極端子 168 および下部電極

端子 170 は、導電性を有する材料、例えば、金、銀、銅、プラチナ、アルミニウム、ニッケルなどの金属を用いることができる。

上述したように構成されるアクチュエータ 106 は、液体を収容する容器に適用することができる。例えば、インクジェット記録装置に用いられるインクカートリッジやインクカートリッジ、あるいは記録ヘッドを洗浄するための洗浄液を収容した容器などに装着することができる。

図 11A から図 12 に示されるアクチュエータ 106 は、液体容器の所定の場所に、キャビティ 162 を液体容器内に収容される液体と接触するように装着される。液体容器に液体が十分に収容されている場合には、キャビティ 162 内およびその外側は液体によって満たされている。一方、液体容器の液体が消費され、アクチュエータの装着位置以下まで液面が降下すると、キャビティ 162 内には液体は存在しないか、あるいはキャビティ 162 内にのみ液体が残存されその外側には気体が存在する状態となる。アクチュエータ 106 は、この状態の変化に起因する、少なくとも音響インピーダンスの相違を検出する。それによって、アクチュエータ 106 は、液体容器に液体が十分に収容されている状態であるか、あるいはある一定以上の液体が消費された状態であるかを検出することができる。さらに、アクチュエータ 106 は、液体容器内の液体の種類も検出することが可能である。

ここでアクチュエータによる液面検出の原理について説明する。

媒体の音響インピーダンスの変化を検出するには、媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する。インピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定する場合には、例えば伝送回路を利用することができる。伝送回路は、媒体に一定電圧を印加し、周波数を変えて媒体に流れる電流を測定する。または、伝送回路は、媒体に一定電流を供給し、周波数を変えて媒体に印加される電圧を測定する。伝送回路で測定された電流値または電圧値の変化は音響インピーダンスの変化を示す。また、電流値または電圧値が極大または極小となる周波数 f_m の変化も音響インピーダンスの変化を示す。

上記の方法とは別に、アクチュエータは、液体の音響インピーダンスの変化を共振周波数のみの変化を用いて検出することができる。液体の音響インピーダン

スの変化を利用する方法として、アクチュエータの振動部が振動した後に振動部に残留する残留振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数を検出する方法を用いる場合には、例えば圧電素子を利用することができる。圧電素子は、アクチュエータの振動部に残留する残留振動により逆起電力を発生する素子であり、アクチュエータの振動部の振幅によって逆起電力の大きさが変化する。従って、アクチュエータの振動部の振幅が大きいほど検出がしやすい。また、アクチュエータの振動部における残留振動の周波数によって逆起電力の大きさが変化する周期が変わる。従って、アクチュエータの振動部の周波数は逆起電力の周波数に対応する。ここで、共振周波数は、アクチュエータの振動部と振動部に接する媒体との共振状態における周波数をいう。

共振周波数 f_s を得るために、振動部と媒体とが共振状態であるときの逆起電力測定によって得られた波形をフーリエ変換する。アクチュエータの振動は、一方向だけの変形ではなく、たわみや伸長等様々な変形をとまなうので、共振周波数 f_s を含め様々な周波数を有する。よって、圧電素子と媒体とが共振状態であるときの逆起電力の波形をフーリエ変換し、最も支配的な周波数成分を特定することで、共振周波数 f_s を判断する。

周波数 f_m は、媒体のアドミッタンスが極大またはインピーダンスが極小であるときの周波数である。共振周波数 f_s とすると、周波数 f_m は、媒体の誘電損失または機械的損失などによって、共振周波数 f_s に対しわずかな誤差を生ずる。しかし、実測される周波数 f_m から共振周波数 f_s を導出することは手間がかかるため、一般には、周波数 f_m を共振周波数に代えて使用する。ここで、アクチュエータ 106 の出力を伝送回路に入力することで、アクチュエータ 106 は少なくとも音響インピーダンスを検出することができる。

媒体のインピーダンス特性またはアドミッタンス特性を測定し周波数 f_m を測定する方法と、アクチュエータの振動部における残留振動振動によって生ずる逆起電力を測定することによって共振周波数 f_s を測定する方法と、によって特定される共振周波数に差がほとんど無いことが実験によって証明されている。

アクチュエータ 106 の振動領域は、振動板 176 のうち開口 161 によって決定されるキャビティ 162 を構成する部分である。液体容器内に液体が十分に

収容されている場合には、キャビティ 162 内には、液体が満たされ、振動領域は液体容器内の液体と接触する。一方で、液体容器内に液体が充分にない場合には、振動領域は液体容器内のキャビティに残った液体と接するか、あるいは液体と接触せず、気体または真空と接触する。

本発明のアクチュエータ 106 にはキャビティ 162 が設けられ、それによって、アクチュエータ 106 の振動領域に液体容器内の液体が残るように設計できる。その理由は次の通りである。

アクチュエータの液体容器への取り付け位置や取り付け角度によっては、液体容器内の液体の液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にあるにもかかわらず、アクチュエータの振動領域に液体が付着してしまう場合がある。振動領域における液体の有無だけでアクチュエータが液体の有無を検出している場合には、アクチュエータの振動領域に付着した液体が液体の有無の正確な検出を妨げる。たとえば、液面がアクチュエータの装着位置よりも下方にある状態のとき、キャリッジの往復移動などにより液体容器が揺動して液体が波うち、振動領域に液滴が付着してしまうと、アクチュエータは液体容器内に液体が充分にあるとの誤った判断をしてしまう。そこで、逆にそこに液体を残存した場合であっても液体の有無を正確に検出するように設計されたキャビティを積極的に設けることで、液体容器が揺動して液面が波立ったとしても、アクチュエータの誤動作を防止することができる。このように、キャビティを有するアクチュエータを用いることで、誤動作を防ぐことができる。

また、図 12 (E) に示すように、液体容器内に液体が無く、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 に液体容器内の液体が残っている場合を、液体の有無の閾値とする。すなわち、キャビティ 162 の周辺に液体が無く、この閾値よりキャビティ内の液体が少ない場合は、インク無しと判断し、キャビティ 162 の周辺に液体が有り、この閾値より液体が多い場合は、インク有りと判断する。例えば、アクチュエータ 106 を液体容器の側壁に装着した場合、液体容器内の液体がアクチュエータの装着位置よりも下にある場合をインク無しと判断し、液体容器内の液体がアクチュエータの装着位置より上にある場合をインク有りと判断する。このように閾値を設定することによって、キャビティ内のインクが乾燥し

てインクが無くなったときであってもインク無しと判断し、キャビティ内のインクが無くなったところにキャリッジの揺れなどで再度インクがキャビティに付着しても閾値を越えないので、インク無しと判断することができる。

ここで、図 1 1 A から図 1 2 を参照しながら逆起電力の測定による媒体とアクチュエータ 1 0 6 の振動部との共振周波数から液体容器内の液体の状態を検出する動作および原理について説明する。アクチュエータ 1 0 6 において、上部電極端子 1 6 8 および下部電極端子 1 7 0 を介して、それぞれ上部電極 1 6 4 および下部電極 1 6 6 に電圧を印加する。圧電層 1 6 0 のうち、上部電極 1 6 4 および下部電極 1 6 6 に挟まれた部分には電界が生じる。その電界によって、圧電層 1 6 0 は変形する。圧電層 1 6 0 が変形することによって振動板 1 7 6 のうちの振動領域がたわみ振動する。圧電層 1 6 0 が変形した後しばらくは、たわみ振動がアクチュエータ 1 0 6 の振動部に残留する。

残留振動は、アクチュエータ 1 0 6 の振動部と媒体との自由振動である。従って、圧電層 1 6 0 に印加する電圧をパルス波形あるいは矩形波とすることで、電圧を印加した後に振動部と媒体との共振状態を容易に得ることができる。残留振動は、アクチュエータ 1 0 6 の振動部を振動させるため、圧電層 1 6 0 をも変形する。従って、圧電層 1 6 0 は逆起電力を発生する。その逆起電力は、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6、上部電極端子 1 6 8 および下部電極端子 1 7 0 を介して検出される。検出された逆起電力によって、共振周波数が特定できるため、液体容器内の液体の状態を検出することができる。

一般に、共振周波数 f_s は、

$$f_s = 1 / (2 * \pi * (M * C_{act})^{1/2}) \quad (式1)$$

で表される。ここで、 M は振動部のイナータンス M_{act} と付加イナータンス M' との和である。 C_{act} は振動部のコンプライアンスである。

図 1 1 C は、本実施形態において、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ 1 0 6 の断面図である。図 1 2 (A) および図 1 2 (B) は、キャビティにインクが残存していないときのアクチュエータ 1 0 6 の振動部およびキャビティ 1 6 2 の等価回路である。

M_{act} は、振動部の厚さと振動部の密度との積を振動部の面積で除したもので

あり、さらに詳細には、図 1 2 (A)に示すように、

$$M_{act} = M_{pzt} + M_{electrode1} + M_{electrode2} + M_{vib} \quad (\text{式 2})$$

と表される。ここで、 M_{pzt} は、振動部における圧電層 1 6 0 の厚さと圧電層 1 6 0 の密度との積を圧電層 1 6 0 の面積で除したものである。 $M_{electrode1}$ は、振動部における上部電極 1 6 4 の厚さと上部電極 1 6 4 の密度との積を上部電極 1 6 4 の面積で除したものである。 $M_{electrode2}$ は、振動部における下部電極 1 6 6 の厚さと下部電極 1 6 6 の密度との積を下部電極 1 6 6 の面積で除したものである。 M_{vib} は、振動部における振動板 1 7 6 の厚さと振動板 1 7 6 の密度との積を振動板 1 7 6 の振動領域の面積で除したものである。ただし、 M_{act} を振動部全体としての厚さ、密度および面積から算出することができるよう、本実施形態では、圧電層 1 6 0、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6 および振動板 1 7 6 の振動領域のそれぞれの面積は、上述のような大小関係を有するものの、相互の面積の差は微小であることが好ましい。また、本実施形態において、圧電層 1 6 0、上部電極 1 6 4 および下部電極 1 6 6 においては、それらの主要部である円形部分以外の部分は、主要部に対して無視できるほど微小であることが好ましい。

従って、アクチュエータ 1 0 6 において、 M_{act} は、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6、圧電層 1 6 0 および振動板 1 7 6 のうちの振動領域のそれぞれのイナータンスの和である。また、コンプライアンス C_{act} は、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6、圧電層 1 6 0 および振動板 1 7 6 のうちの振動領域によって形成される部分のコンプライアンスである。

尚、図 1 2 (A)、(B)、(D)、(F)は、アクチュエータ 1 0 6 の振動部およびキャビティ 1 6 2 の等価回路を示すが、これらの等価回路において、 C_{act} はアクチュエータ 1 0 6 の振動部のコンプライアンスを示す。 C_{pzt} 、 $C_{electrode1}$ 、 $C_{electrode2}$ および C_{vib} はそれぞれ振動部における圧電層 1 6 0、上部電極 1 6 4、下部電極 1 6 6 および振動板 1 7 6 のコンプライアンスを示す。 C_{act} は、以下の式 3 で表される。

$$1/C_{act} = (1/C_{pzt}) + (1/C_{electrode1}) + (1/C_{electrode2}) + (1/C_{vib}) \quad (\text{式 3})$$

式2および式3より、図12 (A)は、図12 (B)のように表すこともできる。

コンプライアンス C_{act} は、振動部の単位面積に圧力をかけたときの変形によって媒体を受容できる体積を表す。また、コンプライアンス C_{act} は、変形のし易さを表すといってもよい。

図12 (C)は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合のアクチュエータ106の断面図を示す。図12 (C)の M'_{max} は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンスの最大値を表す。 M'_{max} は、

$$M'_{max} = (\pi * \rho / (2 * k^3)) * (2 * (2 * k * a)^3 / (3 * \pi)) / (\pi * a^2)^2 \quad (\text{式4})$$

(a は振動部の半径、 ρ は媒体の密度、 k は波数である。)

で表される。尚、式4は、アクチュエータ106の振動領域が半径 a の円形である場合に成立する。付加イナータンス M' は、振動部の付近にある媒体の作用によって、振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。式4からわかるように、 M'_{max} は振動部の半径 a と、媒体の密度 ρ とによって大きく変化する。

波数 k は、

$$k = 2 * \pi * f_{act} / c \quad (\text{式5})$$

(f_{act} は液体が触れていないときの振動部の共振周波数である。 c は媒体中を伝播する音響の速度である。)

で表される。

図12 (D)は、液体容器に液体が十分に収容され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が満たされている図12 (C)の場合のアクチュエータ106の振動部およびキャビティ162の等価回路を示す。

図12 (E)は、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ106の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ106のキャビティ162内には液体が残存している場合のアクチュエータ106の断面図を示す。式4は、例えば、液体容器に液体が満たされている場合に、インクの密度 ρ などから決定される最大のイナータンス M'_{max} を表す式である。一方、液体容器内の液体が消費

され、キャビティ 162 内に液体が残留しつつアクチュエータ 106 の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、

$$M' = \rho * t / S \quad (\text{式 6})$$

と表せる。 t は、振動にかかわる媒体の厚さである。 S は、アクチュエータ 106 の振動領域の面積である。この振動領域が半径 a の円形の場合は、 $S = \pi * a^2$ である。従って、付加イナータンス M' は、液体容器に液体が十分に收容され、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺に液体が満たされている場合には、式 4 に従う。一方で、液体が消費され、キャビティ 162 内に液体が残留しつつアクチュエータ 106 の振動領域の周辺にある液体が気体または真空になった場合には、式 6 に従う。

ここで、図 12 (E) のように、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 内には液体が残存している場合の付加イナータンス M' を便宜的に M'_{cav} とし、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺に液体が満たされている場合の付加イナータンス M'_{max} と区別する。

図 12 (F) は、液体容器の液体が消費され、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺に液体が無いものの、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 内には液体が残存している図 12 (E) の場合のアクチュエータ 106 の振動部およびキャビティ 162 の等価回路を示す。

ここで、媒体の状態に関する特性値は、式 6 において、媒体の密度 ρ および媒体の厚さ t である。液体容器内に液体が十分に收容されている場合は、アクチュエータ 106 の振動部に液体が接触し、液体容器内に液体が十分に收容されていない場合は、キャビティ内部に液体が残存するか、もしくはアクチュエータ 106 の振動部に気体または真空が接触する。アクチュエータ 106 の周辺の液体が消費され、図 12 (C) の M'_{max} から図 12 (E) の M'_{cav} へ移行する過程における付加イナータンスを M'_{var} とすると、液体容器内の液体の收容状態によって、媒体の厚さ t が変化するため、付加イナータンス M'_{var} が変化し、共振周波数 f_s も変化することになる。従って、共振周波数 f_s を特定することによって、液体容器内の液体の有無を検出することができる。ここで、図 12 (E) に

示すように $t = d$ とした場合、式 6 を用いて M'_{cav} を表すと、式 6 の t にキャビティの深さ d を代入し、

$$M'_{cav} = \rho * d / S \quad (\text{式 7})$$

となる。

また、媒体が互いに種類の異なる液体であっても、組成の違いによって密度 ρ が異なるため、付加イナータンス M' が変化し、共振周波数 f_s も変化する。従って、共振周波数 f_s を特定することで、液体の種類を検出できる。尚、アクチュエータ 106 の振動部にインクまたは空気のいずれか一方のみが接触し、混在していない場合には、式 4 によって計算しても、 M' の相違を検出できる。

図 13 A は、インクカートリッジ内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 f_s との関係を示すグラフである。ここでは液体の 1 例としてインクについて説明する。縦軸は、共振周波数 f_s を示し、横軸は、インク量を示す。

インク組成が一定であるとき、インク残量の低下に伴い、共振周波数 f_s は、上昇する。

インク容器にインクが十分に収容され、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺にインクが満たされている場合には、その最大付加イナータンス M'_{max} は式 4 に表わされる値となる。一方で、インクが消費され、キャビティ 162 内に液体が残留しつつアクチュエータ 106 の振動領域の周辺にインクが満たされていないときには、付加イナータンス M'_{var} は、媒体の厚さ t に基づいて式 6 によって算出される。式 6 中の t は振動にかかわる媒体の厚さであるから、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 の d (図 11 B 参照) を小さく、即ち、基板 178 を十分に薄くすることによって、インクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる (図 12 (C) 参照)。ここで、 t_{ink} は振動にかかわるインクの厚さとし、 $t_{ink-max}$ は M'_{max} における t_{ink} とする。例えば、インクカートリッジの底面にアクチュエータ 106 をインクの液面に対してほぼ水平に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ 106 から $t_{ink-max}$ の高さ以下に達すると、式 6 により M'_{var} が徐々に変化し、式 1 により共振周波数 f_s が徐々に変化する。従って、インクの液面が t の範囲内にある限り、アクチュエータ 106 はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

また、アクチュエータ 106 の振動領域を大きくまたは長くし、かつ縦に配置することによってインクの消費による液面の位置にしたがって、式 6 中の S が変化する。従って、アクチュエータ 106 はインクが徐々に消費されていく過程を検出することもできる。例えば、インクカートリッジの側壁にアクチュエータ 106 をインクの液面に対してほぼ垂直に配備する。インクが消費され、インクの液面がアクチュエータ 106 の振動領域に達すると、液位の低下に伴い付加イナータンス M' が減少するので、式 1 により共振周波数 f_s が徐々に増加する。従って、インクの液面が、キャビティ 162 の径 $2a$ (図 12 (C) 参照) の範囲内にある限り、アクチュエータ 106 はインクの消費状態を徐々に検出することができる。

図 13 A の曲線 X は、アクチュエータ 106 のキャビティ 162 を十分に浅くした場合や、アクチュエータ 106 の振動領域を十分に大きくまたは長くした場合のインクカートリッジ内に収容されたインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 f_s との関係を表わしている。インクカートリッジ内のインクの量が減少するとともに、インクおよび振動部の共振周波数 f_s が徐々に変化していく様子が理解できる。

より詳細には、インクが徐々に消費されていく過程を検出することができる場合とは、アクチュエータ 106 の振動領域の周辺において、互いに密度が異なる液体と気体とがともに存在し、かつ振動にかかわる場合である。インクが徐々に消費されていくに従って、アクチュエータ 106 の振動領域周辺において振動にかかわる媒体は、液体が減少する一方で気体が増加する。例えば、アクチュエータ 106 をインクの液面に対して水平に配備した場合であって、 t_{ink} が $t_{ink-max}$ より小さいときには、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体はインクと気体との両方を含む。したがって、アクチュエータ 106 の振動領域の面積 S とすると、式 4 の M'_{max} 以下になった状態をインクと気体の付加質量で表すと、

$$M' = M'_{air} + M'_{ink} = \rho_{air} * t_{air} / S + \rho_{ink} * t_{ink} / S \quad (式 8)$$

となる。ここで、 M'_{air} は空気のイナータンスであり、 M'_{ink} はインクのイナータンスである。 ρ_{air} は空気の密度であり、 ρ_{ink} はインクの密度である。 t_{air} は振動にかかわる空気の厚さであり、 t_{ink} は振動にかかわるインクの厚さであ

る。アクチュエータ 106 の振動領域周辺における振動にかかわる媒体のうち、液体が減少して気体が増加するに従い、アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ水平に配備されている場合には、 t_{air} が増加し、 t_{ink} が減少する。それによって、 M'_{var} が徐々に減少し、共振周波数が徐々に増加する。よって、インクカートリッジ内に残存しているインクの量またはインクの消費量を検出することができる。尚、式 7 において液体の密度のみの式となっているのは、液体の密度に対して、空気の密度が無視できるほど小さい場合を想定しているからである。

アクチュエータ 106 がインクの液面に対しほぼ垂直に配備されている場合には、アクチュエータ 106 の振動領域のうち、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域と、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体の領域との並列の等価回路（図示せず）と考えられる。アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体がインクのみ領域の面積を S_{ink} とし、アクチュエータ 106 の振動にかかわる媒体が気体のみの領域の面積を S_{air} とすると、

$$1/M' = 1/M'_{air} + 1/M'_{ink} = S_{air}/(\rho_{air} * t_{air}) + S_{ink}/(\rho_{ink} * t_{ink})$$

(式 9)

となる。

尚、式 9 は、アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持されない場合に適用される。アクチュエータ 106 のキャビティにインクが保持される場合については、式 7、式 8 および式 9 によって計算することができる。

一方、基板 178 が厚く、即ち、キャビティ 162 の深さ d が深く、 d が媒体の厚さ $t_{ink-max}$ に比較的近い場合や、液体容器の高さに比して振動領域が非常に小さいアクチュエータを用いる場合には、実際上はインクが徐々に減少する過程を検出するというよりはインクの液面がアクチュエータの装着位置より上位置か下位置かを検出することになる。換言すると、アクチュエータの振動領域におけるインクの有無を検出することになる。例えば、図 13 A の曲線 Y は、小さい円形の振動領域の場合におけるインクカートリッジ内のインクの量とインクおよび振動部の共振周波数 f_s との関係を示す。インクカートリッジ内のインクの液面がアクチュエータの装着位置を通過する前後におけるインク量 Q の間で、イン

クおよび振動部の共振周波数 f_s が激しく変化している様子が示される。このことから、インクカートリッジ内にインクが所定量残存しているか否かを検出することができる。

図 1 3 B は、図 1 3 A の曲線 Y におけるインクの密度とインクおよび振動部の共振周波数 f_s との関係を示す。液体の例としてインクを挙げている。

図 1 3 B に示すように、インク密度が高くなると、付加イナータンスが大きくなるので共振周波数 f_s が低下する。すなわち、インクの種類によって共振周波数 f_s が異なる。したがって共振周波数 f_s を測定することによって、インクを再充填する際に、密度の異なったインクが混入されていないか確認することができる。

つまり、互いに種類の異なるインクを収容するインクカートリッジを識別できる。

続いて、液体容器内の液体が空の状態であってもアクチュエータ 1 0 6 のキャビティ 1 6 2 内に液体が残存するようにキャビティのサイズと形状を設定した時の、液体の状態を正確に検出できる条件を詳述する。アクチュエータ 1 0 6 は、キャビティ 1 6 2 内に液体が満たされている場合に液体の状態を検出できれば、キャビティ 1 6 2 内に液体が満たされていない場合であっても液体の状態を検出できる。

共振周波数 f_s は、イナータンス M の関数である。イナータンス M は、振動部のイナータンス M_{act} と付加イナータンス M' との和である。ここで、付加イナータンス M' が液体の状態と関係する。付加イナータンス M' は、振動部の付近にある媒体の作用によって振動部の質量が見かけ上増加していることを示す量である。即ち、振動部の振動によって見かけ上媒体を吸収することによる振動部の質量の増加分をいう。

従って、 M'_{cav} が式 4 における M'_{max} よりも大きい場合には、見かけ上吸収する媒体は全てキャビティ 1 6 2 内に残存する液体である。よって、液体容器内に液体が満たされている状態と同じである。この場合には M' が変化しないので、共振周波数 f_s も変化しない。従って、アクチュエータ 1 0 6 は、液体容器内の液体の状態を検出できないことになる。

一方、 M'_{cav} が式4における M'_{max} よりも小さい場合には、見かけ上吸収する媒体はキャビティ162内に残存する液体および液体容器内の気体または真空である。このときには液体容器内に液体が満たされている状態とは異なり M' が変化するので、共振周波数 f_s が変化する。従って、アクチュエータ106は、液体容器内の液体の状態を検出できる。

即ち、液体容器内の液体が空の状態、アクチュエータ106のキャビティ162内に液体が残存する場合に、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件は、 M'_{cav} が M'_{max} よりも小さいことである。尚、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件 $M'_{max} > M'_{cav}$ は、キャビティ162の形状にかかわらない。

ここで、 M'_{cav} は、キャビティ162の容量とほぼ等しい容量の液体の質量である。従って、 $M'_{max} > M'_{cav}$ の不等式から、アクチュエータ106が液体の状態を正確に検出できる条件は、キャビティ162の容量の条件として表すことができる。例えば、円形状のキャビティ162の開口161の半径を a とし、およびキャビティ162の深さを d とすると、

$$M'_{max} > \rho * d / \pi a^2 \quad (\text{式10})$$

である。式10を展開すると

$$a / d > 3 * \pi / 8 \quad (\text{式11})$$

という条件が求められる。尚、式10、式11は、キャビティ162の形状が円形の場合に限り成立する。円形でない場合の M'_{max} の式を用い、式10中の πa^2 をその面積と置き換えて計算すれば、キャビティの幅および長さ等のディメンジョンと深さの関係が導き出せる。

従って、式11を満たす開口161の半径 a およびキャビティ162の深さ d であるキャビティ162を有するアクチュエータ106であれば、液体容器内の液体が空の状態であって、かつキャビティ162内に液体が残存する場合であっても、誤作動することなく液体の状態を検出できる。

付加イナータンス M' は音響インピーダンス特性にも影響するので、残留振動によりアクチュエータ106に発生する逆起電力を測定する方法は、少なくとも音響インピーダンスの変化を検出しているともいえる。

また、本実施形態によれば、アクチュエータ 106 が振動を発生してその後の残留振動によりアクチュエータ 106 に発生する逆起電力を測定している。しかし、アクチュエータ 106 の振動部が駆動電圧による自らの振動によって液体に振動を与えることは必ずしも必要ではない。即ち、振動部が自ら発振しなくても、それと接触しているある範囲の液体と共に振動することで、圧電層 160 がたわみ変形する。この残留振動が圧電層 160 に逆起電力電圧を発生させ、上部電極 164 および下部電極 166 にその逆起電力電圧を伝達する。この現象を利用することで媒体の状態を検出してもよい。例えば、インクジェット記録装置において、印字時における記録ヘッドの走査によるキャリッジの往復運動による振動によって発生するアクチュエータの振動部の周囲の振動を利用してインクカートリッジまたはその内部のインクの状態を検出してもよい。

図 14 A および図 14 B は、アクチュエータ 106 を振動させた後の、アクチュエータ 106 の残留振動の波形と残留振動の測定方法とを示す。インクカートリッジ内のアクチュエータ 106 の装着位置レベルにおけるインク液位の上下は、アクチュエータ 106 が発振した後の残留振動の周波数変化や、振幅の変化によって検出することができる。図 14 A および図 14 B において、縦軸はアクチュエータ 106 の残留振動によって発生した逆起電力の電圧を示し、横軸は時間を示す。アクチュエータ 106 の残留振動によって、図 14 A および図 14 B に示すように電圧のアナログ信号の波形が発生する。次に、アナログ信号を、信号の周波数に対応するデジタル数値に変換する。

図 14 A および図 14 B に示した例においては、アナログ信号の 4 パルス目から 8 パルス目までの 4 個のパルスが生じる時間を計測することによって、インクの有無を検出する。

より詳細には、アクチュエータ 106 が発振した後、予め設定された所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。デジタル信号を 4 カウントから 8 カウントまでの間を High とし、所定のクロックパルスによって 4 カウントから 8 カウントまでの時間を計測する。

図 14 A はアクチュエータ 106 の装着位置レベルよりも上位にインク液面があるときの波形である。一方、図 14 B はアクチュエータ 106 の装着位置レベ

ルにおいてインクが無いときの波形である。図14Aと図14Bとを比較すると、図14Aの方が図14Bよりも4カウントから8カウントまでの時間が長いことがわかる。換言すると、インクの有無によって4カウントから8カウントまでの時間が異なる。この時間の相違を利用して、インクの消費状態を検出することができる。アナログ波形の4カウント目から数えるのは、アクチュエータ106の振動が安定してから計測をはじめるためである。4カウント目からとしたのは単なる一例であって、任意のカウントから数えてもよい。ここでは、4カウント目から8カウント目までの信号を検出し、所定のクロックパルスによって4カウント目から8カウント目までの時間を測定する。それによって、共振周波数を求める。クロックパルスは、インクカートリッジに取り付けられる半導体記憶装置等を制御するためのクロックと等しいクロックのパルスであることが好ましい。尚、8カウント目までの時間を測定する必要は無く、任意のカウントまで数えてもよい。図14A、図14Bにおいては、4カウント目から8カウント目までの時間を測定しているが周波数を検出する回路構成にしたがって、異なったカウント間隔内の時間を検出してもよい。

例えば、インクの品質が安定していてピークの振幅の変動が小さい場合には、検出の速度を上げるために4カウント目から6カウント目までの時間を検出することにより共振周波数を求めてもよい。また、インクの品質が不安定でパルスの振幅の変動が大きい場合には、残留振動を正確に検出するために4カウント目から12カウント目までの時間を検出してもよい。

また、他の実施形態として所定期間内における逆起電力の電圧波形の波数を数えてもよい（図示せず）。この方法によっても共振周波数を求めることができる。より詳細には、アクチュエータ106が発振した後、所定期間だけデジタル信号をHighとし、所定の基準電圧を低電圧側から高電圧側へ横切る回数をカウントする。そのカウント数を計測することによってインクの有無を検出できるのである。

さらに、図14Aおよび図14Bを比較して分かるように、インクがインクカートリッジ内に満たされている場合とインクがインクカートリッジ内に無い場合とでは、逆起電力波形の振幅が異なる。従って、共振周波数を求めることなく、

逆起電力波形の振幅を測定することによっても、インクカートリッジ内のインクの消費状態を検出してもよい。より詳細には、例えば、図14Aの逆起電力波形の頂点と図14Bの逆起電力波形の頂点との間に基準電圧を設定する。アクチュエータ106が発振した後、所定時間にデジタル信号をHighとし、逆起電力波形が基準電圧を横切った場合には、インクが無いと判断する。逆起電力波形が基準電圧を横切らない場合には、インクが有ると判断する。

図15は、アクチュエータ106を取り付けモジュール体100として一体に形成した構成を示す斜視図である。モジュール体100はインクカートリッジの容器本体1の所定個所に装着される。モジュール体100は、インク液中の少なくとも音響インピーダンスの変化を検出することにより、容器本体1内の液体の消費状態を検知するように構成されている。本実施形態のモジュール体100は、容器本体1にアクチュエータ106を取り付けるための液体容器取付部101を有する。液体容器取付部101は、平面がほぼ矩形の基台102上に駆動信号により発振するアクチュエータ106を収容した円柱部116を載せた構造となっている。モジュール体100が、インクカートリッジの容器の内壁に装着される。リードワイヤ104a、104bがアクチュエータ106の電極端子に接続され、インクカートリッジの側壁を介して外部へ延びている。それによって、アクチュエータ106が検知した電気信号をインクカートリッジの外部へ伝導することができる。

図16は、モジュール体の他の実施形態を示す斜視図である。本実施形態のモジュール体400は、液体容器取付部401に圧電装置装着部405が形成されている。液体容器取付部401は、平面が正方形上の基台402上に円柱状の円柱部403が形成されている。更に、圧電装置装着部405は、円柱部403上に立てられた板状要素406および凹部413を含む。板状要素406の側面に設けられた凹部413には、アクチュエータ106が配置される。

図17A、図17B、図17Cは、モジュール体の更に他の実施形態を示す。図15に示したモジュール体100と同様に、図17、図17B、図17Cのモジュール体500は、基台502および円柱部503を有する液体容器取付部501を含む。また、モジュール体500は、リードワイヤ504a及び504b、

アクチュエータ 106、フィルム 508、及びプレート 510 をさらに有する。液体容器取付部 501 に含まれる基台 502 は、リードワイヤ 504a 及び 504b を収容できるよう中心部に開口部 514 が形成され、アクチュエータ 106、フィルム 508、及びプレート 510 を収容できるように凹部 513 が形成される。アクチュエータ 106 はプレート 510 を介して圧電装置装着部 505 に固定される。従って、リードワイヤ 504a 及び 504b、アクチュエータ 106、フィルム 508 およびプレート 510 は、液体容器取付部 501 に一体として取り付けられる。本実施形態のモジュール体 500 は、平面が正方形上の台上に上面が上下方向に斜めな円柱状の基台を載せた基台 502 を備える。基台 502 の上面が上下方向に斜めな円柱部 503 が形成されている。円柱部 503 の上面の上下方向に斜めに設けられた凹部 513 上にアクチュエータ 106 が配置されている。

モジュール体 500 の先端は傾斜しており、その傾斜面にアクチュエータ 106 が装着されている。そのため、モジュール体 500 が容器本体 1 の底部又は側部に装着されると、アクチュエータ 106 が容器本体 1 の上下方向に対して傾斜する。モジュール体 500 の先端の傾斜角度は、検出性能を鑑みてほぼ 30° から 60° の間とすることが望ましい。

モジュール体 500 は、アクチュエータ 106 が容器本体 1 内に配置されるように容器本体 1 内の底壁、側壁または上壁に装着される。モジュール体 500 が容器本体 1 の側壁に装着される場合には、アクチュエータ 106 が、傾斜しつつ、容器本体 1 の上側、下側、又は横側を向くように容器本体 1 に取り付けられる。一方、モジュール体 500 が、容器本体 1 の底面 1a に装着される場合には、アクチュエータ 106 が、傾斜しつつ、容器本体 1 のインク供給口側を向くように容器本体 1 に取り付けられることが好ましい。

図 18 はアクチュエータ 106 を含むモールド構造体 600 を備える実施形態を示す。本実施形態では、取付構造体の 1 つとしてモールド構造体 600 を使用する。モールド構造体 600 はアクチュエータ 106 とモールド部 364 とを有する。アクチュエータ 106 とモールド部 364 とは一体に成形されている。モールド部 364 はシリコン樹脂等の可塑性の材料によって成形される。モールド

部364は内部にリードワイヤ362を有する。モールド部364はアクチュエータ106から延びる2本の足を有するように形成されている。モールド部364はモールド部364と容器本体1とを液密に固定するために、モールド部364の2本の足の端が半球状に形成される。モールド部364はアクチュエータ106が容器本体1の内部に突出するよう容器本体1に装着され、アクチュエータ106の振動部は容器本体1内のインクと接触する。モールド部364によって、アクチュエータ106の上部電極164、圧電層160、及び下部電極166はインクから保護されている。

図18のモールド構造体600によって、モールド部364と容器本体1との間にシーリング構造372が必要ないので、インクが容器本体1から漏れにくい。また、容器本体1の外部からモールド構造体600が突出しない形態であるので、アクチュエータ106を外部との接触から保護することができる。インクカートリッジが揺れる際に、インクが容器本体1の上面に付き、容器本体1の上面から垂れてきたインクが、アクチュエータ106に接触することで、アクチュエータ106が、誤作動する可能性がある。モールド構造体600は、モールド部364が、アクチュエータ106を保護しているので、容器本体1の上面から垂れてきたインクにより、アクチュエータ106が誤作動しない。

本実施形態においては、モールド構造体600は、容器本体1内のインクの液面に対して上方にある頂壁1040に取り付けられる。また、アクチュエータ106の振動領域は、液体が消費されていないときの液体の液面に対してわずかに下方にある。従って、インクカートリッジが使用されインクが消費され始めて間もなく、アクチュエータ106の振動領域は気体を検出する。従って、必ずしも容器本体1の側壁にアクチュエータ106を装着する必要はない。

尚、アクチュエータ106の振動領域がインクの液面に対してわずかに上方に位置するようにモールド構造体600を形成することによって、図2の実施形態によるインクカートリッジと同様の効果を得ることができる。

図19Aは、インクカートリッジに配備される回路基板610を拡大した断面図、及び図19Bはその正面からの透視図である。本実施形態による回路基板610は、半導体記憶手段7とアクチュエータ106とが一体として形成されてい

る。回路基板 610 は、図 1 から図 7 の実施形態におけるアクチュエータ 106 に代えてインクカートリッジに配備することができる。図 19 A、図 19 B に示すように、半導体記憶手段 7 は回路基板 610 の上方に形成され、アクチュエータ 106 は同一の回路基板 610 において半導体記憶手段 7 の下方に形成されている。回路基板 610 には、回路基板 610 をインクカートリッジに取り付けるためのカシメ部 616 が複数形成されている。カシメ部 616 によって回路基板 610 をインクカートリッジに固定する。半導体記憶手段 7 の外部端子 612 およびアクチュエータ 106 の外部端子 107 が、インクカートリッジの側壁を介して外部と電氣的に接触することができるように形成されている。外部端子 612 および外部端子 107 が外部と電氣的に接続することによって半導体記憶手段 7 が外部と電氣的な信号の受け渡しをすることができる。

半導体記憶手段 7 は、例えば E E P R O M などの書き換え可能な半導体メモリによって構成されてもよい。半導体記憶手段 7 とアクチュエータ 106 とが同一の回路基板 610 上に形成されているので、アクチュエータ 106 及び半導体記憶手段 7 をインクカートリッジに取付ける際に 1 回の取付け工程で済む。また、インクカートリッジの製造時及びリサイクル時の作業工程が簡素化される。更に、部品の点数が削減されるので、インクカートリッジの製造コストが低減される。

アクチュエータ 106 は、インクカートリッジ内のインクの消費状態を検知する。半導体記憶手段 7 はアクチュエータ 106 が検知したインク残量、特性値検出部 810 が検出した特性値や特性値判定部 820 が判定した結果などの情報を格納し、記憶部 850 として作用することができる。好ましくは、半導体記憶手段 7 は、アクチュエータ 106 の特性値が満たすべき所定の条件や、過去のエラーおよび命令を格納する。さらに、半導体記憶手段 7 に予めインクがフル又はエンドのときの共振周波数を格納し、インクジェット記録装置側で共振周波数のデータを読み出すことによりインク残量を検出する際のばらつきを補正してもよい。

図 20 は、図 11 A、図 11 B、図 11 C に示したアクチュエータ 106 を用いたインクカートリッジ及びインクジェット記録装置の実施形態を示す。複数のインクカートリッジ 180 は、それぞれのインクカートリッジ 180 に対応した複数のインク導入部 182 およびホルダ 184 を有するインクジェット記録装置

に装着される。複数のインクカートリッジ180は、それぞれ異なった種類、例えば色のインクを収容する。複数のインクカートリッジ180のそれぞれの底面には、少なくとも音響インピーダンスを検出する手段であるアクチュエータ106が装着されている。アクチュエータ106をインクカートリッジ180に装着することによって、インクカートリッジ180内のインク残量を検出することができる。

図21は、インクジェット記録装置のヘッド部周辺の詳細を示す。インクジェット記録装置は、インク導入部182、ホルダ184、ヘッドプレート186、及びノズルプレート188を有する。インクを噴射するノズル190がノズルプレート188に複数形成されている。インク導入部182は空気供給口181とインク導入口183とを有する。空気供給口181はインクカートリッジ180に空気を供給する。インク導入口183はインクカートリッジ180からインクを導入する。インクカートリッジ180は空気導入口185とインク供給口187とを有する。空気導入口185はインク導入部182の空気供給口181から空気を導入する。インク供給口187はインク導入部182のインク導入口183にインクを供給する。インクカートリッジ180がインク導入部182から空気を導入することによって、インクカートリッジ180からインク導入部182へのインクの供給を促す。ホルダ184は、インクカートリッジ180からインク導入部182を介して供給されたインクをヘッドプレート186に連通する。インクはインクカートリッジ180からインク導入部182を介してヘッドへ供給され、ノズルから記録媒体に吐出される。それによって、インクジェット記録装置は、記録媒体に印字する。尚、図20および図21では、アクチュエータ106を省略して図示している。

以上、キャリッジに装着される、キャリッジと別体のインクカートリッジにおいて、インクカートリッジ又はキャリッジにアクチュエータ106を装着する場合について述べたが、キャリッジと一体化され、キャリッジと共に、インクジェット記録装置に装着されるインクカートリッジにアクチュエータ106を装着してもよい。更に、キャリッジと別体の、チューブ等を介して、キャリッジにインクを供給するオフキャリッジ方式のインクカートリッジにアクチュエータ106

を装着してもよい。またさらに、記録ヘッドと一体となって交換可能に構成されたインクカートリッジに、本発明のアクチュエータを装着してもよい。

以上、本発明を実施の形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施の形態に記載の範囲には限定されない。上記実施の形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。その様な変更又は改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、請求の範囲の記載から明らかである。

本発明によれば、圧電装置が正常に動作するかを判断することができ、圧電装置の良否の判断に基づいてインクジェット記録装置を制御することができる。

また、本発明によれば、液体容器の製造時や製造後において、液体容器内に液体が所定の量だけ入っていることを確認できる。

さらに、本発明によれば、液体容器や圧電装置の不良によって液体容器内に所定の量のインクが実際に入っていない場合にそれを検出することができ、さらに、インクジェット記録装置およびインク量の検出結果に基づいてインクジェット記録装置を制御することができる。

さらに、本発明によれば、液体容器が正しく装着されていない場合などに、液体容器の傾きを検出することができ、インクジェット記録装置およびインク量の検出結果に基づいてインクジェット記録装置を制御することができる。

産業上の利用の可能性

本発明は、インクジェット記録装置やこれに使用される液体容器に適用することができる。

請求の範囲

1. ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置を制御する方法において、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた検出部が前記圧電装置の特性値を検出する検出ステップと、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた判定部が前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定ステップと、

前記判定ステップの結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御ステップと、

を有することを特徴とするインクジェット記録装置の制御方法。

2. 前記液体容器が前記インクジェット記録装置に装着される際に前記検出ステップが実行されることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録装置の制御方法。

3. 前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた測定部が、前液体記容器内の液体の消費量を少なくとも所定の量まで計測する計測ステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録装置の制御方法。

4. 前記インクジェット記録装置が動作不可能状態である場合に、前記インクジェット記録装置の動作不可能状態を維持すること、または前記インクジェット記録装置を動作可能状態に切り替えること、を選択するステップをさらに有することを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録装置の制御方法。

5. 前記特性値は、前記圧電装置の圧電素子の素子特性値であることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録装置の制御方法。

6. 前記特性値は、前記圧電装置の振動部の振動特性値であることを特徴とする請求項 1 に記載のインクジェット記録装置の制御方法。

7. 前記液体容器には少なくとも 2 つの前記圧電装置が設けられており、

前記検出ステップにおいて、前記検出部が、少なくとも 2 つの前記圧電装置の

振動特性値を検出し、

前記判定ステップにおいて、前記判定部が、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定することを特徴とする請求項1記載のインクジェット記録装置の制御方法。

8. ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置を制御する装置において、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記圧電装置の特性値を検出する検出部と、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定部と、

前記判定部における判定結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御部と、

を有することを特徴とするインクジェット記録装置の制御装置。

9. 前記検出部は、前記液体容器に設けられた少なくとも2つの前記圧電装置の振動特性値を検出し、

前記判定部は、少なくとも2つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定することを特徴とする請求項8記載のインクジェット記録装置の制御装置。

10. 液体を収容する容器本体と、液体を前記容器本体の外部へ供給する液体供給口と、前記容器本体内の液体を検出する圧電装置と、を備え、前記圧電装置は、液体が消費されていないときの前記容器本体内の液体の液面近傍に配置されていることを特徴とする液体容器。

11. 前記容器本体内の液体を検出する追加の圧電装置をさらに有することを特徴とする請求項10に記載の液体容器。

12. 前記追加の圧電装置が前記容器本体の底面の近傍に配置されていることを特徴とする請求項11に記載の液体容器。

13. 前記追加の圧電装置は前記圧電装置の近傍に配置されており、前記容器本体内の液体が消費されていないときの初期の液面が前記圧電装置と前記追加

の圧電装置との間に位置することを特徴とする請求項 11 に記載の液体容器。

14. 前記圧電装置および前記追加の圧電装置は、それぞれ、前記容器本体内の媒体と接触する振動部を有し、前記振動部が有する振動特性値が検出されることを特徴とする請求項 10 に記載の液体容器。

15. 前記液体容器は、インク滴を吐出する記録ヘッドにより記録を行うインクジェット記録装置に装着され、前記記録ヘッドへ前記容器本体内の液体を供給することを特徴とする請求項 10 に記載の液体容器。

16. 液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置において、

前記液体容器から液体の供給を受けると共に、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、

前記インクジェット記録装置の稼働状態を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記圧電装置の特性値を検出する検出部と、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられ、前記特性値が所定の条件を満たすか否かを判定する判定部と、

前記判定部における判定結果に基づいて前記インクジェット記録装置を動作可能状態または動作不可能状態にする制御部と、を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

17. 少なくとも前記特性値を格納することができる記憶装置をさらに備えることを特徴とする請求項 16 に記載のインクジェット記録装置。

18. 前記液体容器内の液体の消費量を少なくとも所定の量まで計測する測定部をさらに備えることを特徴とする請求項 16 に記載のインクジェット記録装置。

19. 前記検出部は、前記液体容器に設けられた少なくとも 2 つの前記圧電装置の振動特性値を検出し、

前記判定部は、少なくとも 2 つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定することを特徴とする請

求項 16 記載のインクジェット記録装置。

20. ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドへ供給する液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有し、インクジェット記録装置に装着された液体容器の液体消費状態を検出する方法において、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた検出部が、前記液体容器に設けられた少なくとも 2 つの前記圧電装置の振動特性値を検出する検出ステップと、

前記インクジェット記録装置の内部または外部に設けられた判定部が、少なくとも 2 つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する判定ステップと、

を有することを特徴とする液体消費状態検出方法。

21. 前記振動特性値の相対的な条件は、少なくとも 2 つの前記圧電装置の振動特性値がほぼ等しいことであることを特徴とする請求項 20 に記載の液体消費状態検出方法。

22. 液体を収容する容器本体と前記容器本体内の液体を検出する圧電装置とを有する液体容器を着脱できるインクジェット記録装置において、

前記液体容器から液体の供給を受けると共に、ノズル開口からインク滴を吐出する記録ヘッドと、

前記インクジェット記録装置の稼働状態を制御する制御装置と、を備え、

前記制御装置は、

前記液体容器に設けられた少なくとも 2 つの前記圧電装置の振動特性値を検出する検出部と、

少なくとも 2 つの前記圧電装置の互いの振動特性値の相対的な条件に基づいて前記液体容器内の液体の消費状態を判定する判定部と、を有することを特徴とするインクジェット記録装置。

23. 前記振動特性値の相対的な条件は、少なくとも 2 つの前記圧電装置の振動特性値がほぼ等しいことであることを特徴とする請求項 22 に記載のインクジェット記録装置。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 / 18

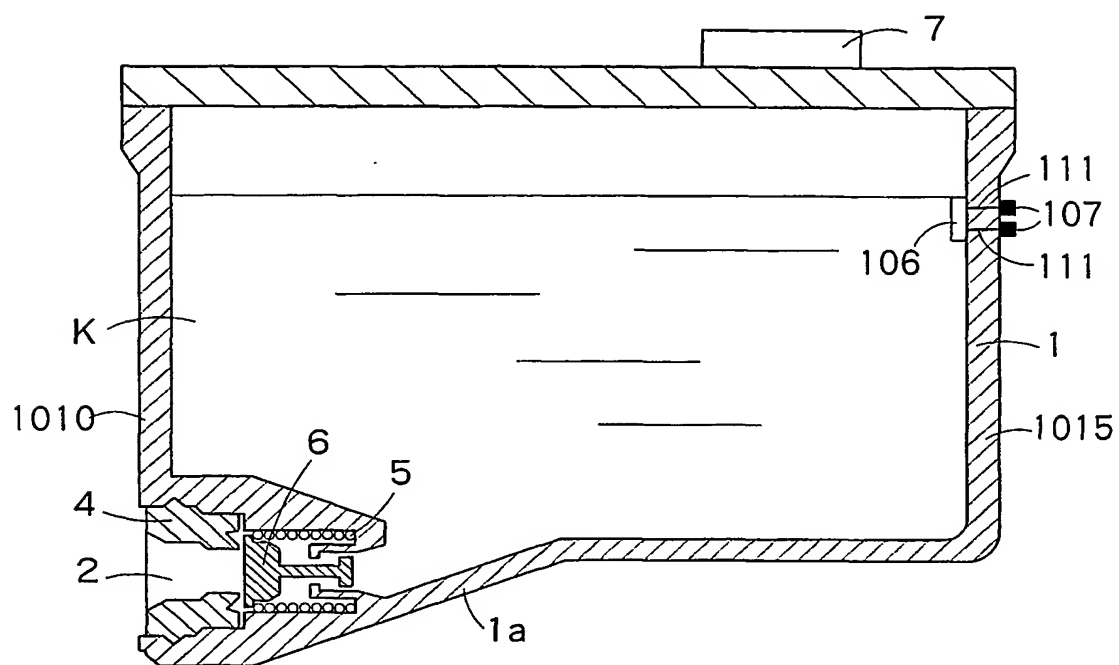


FIG. 1

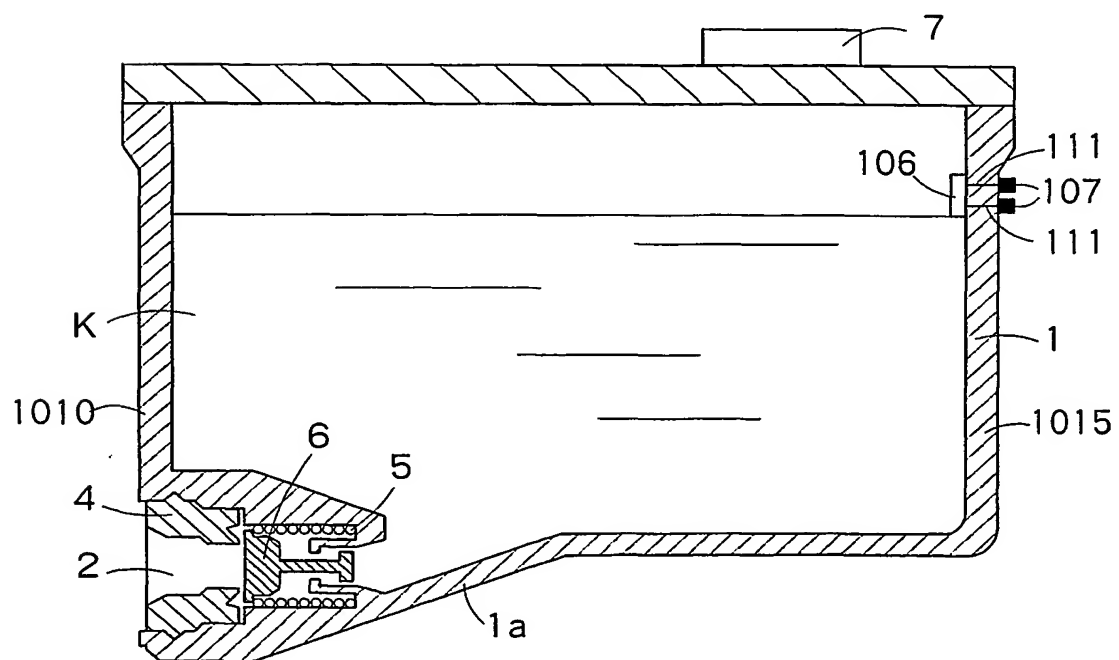


FIG. 2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3 / 18

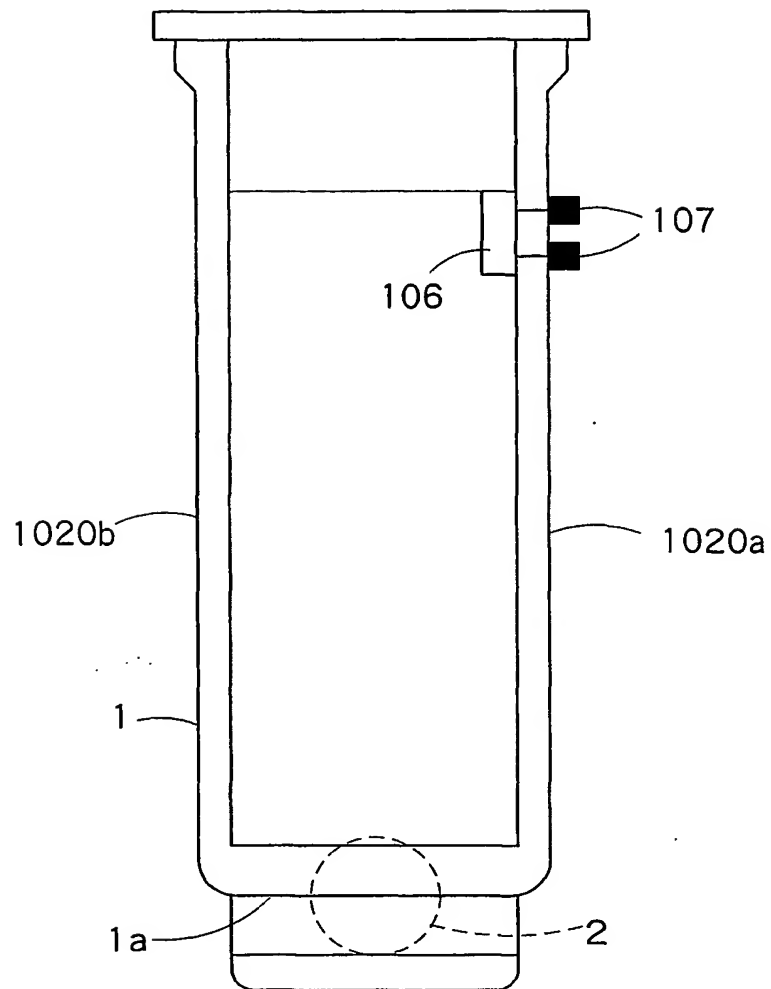


FIG. 4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4 / 18

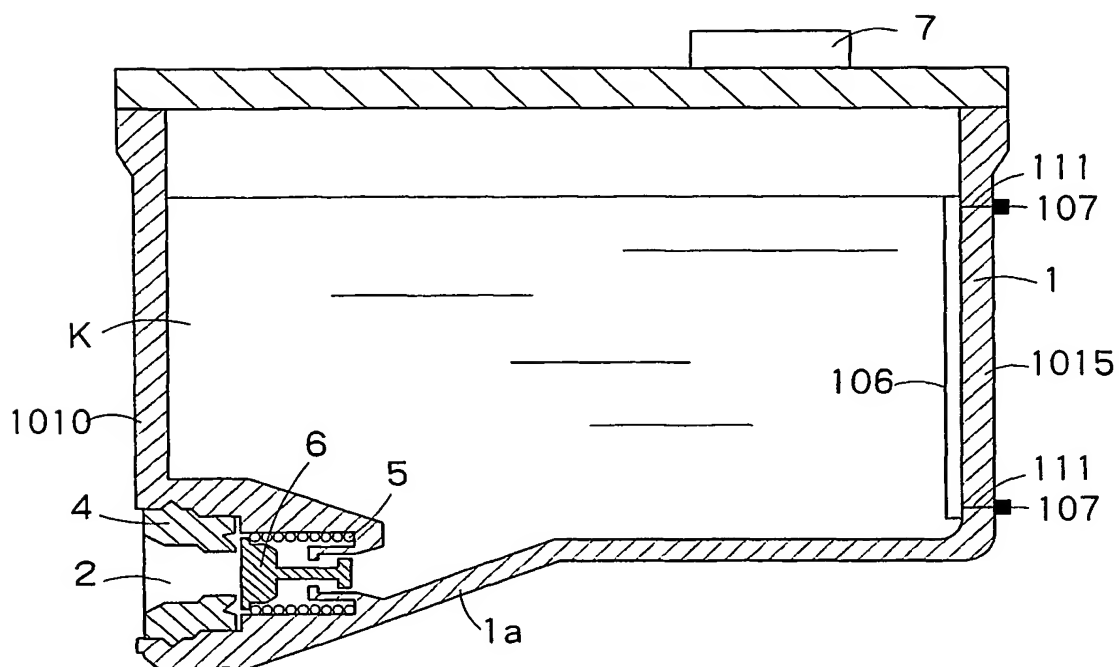


FIG. 5

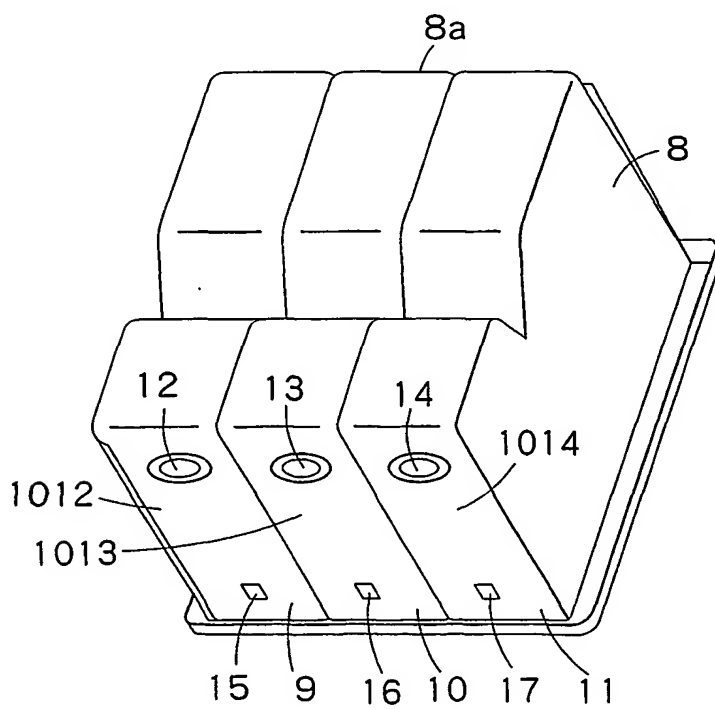


FIG. 6

THIS PAGE BLANK (USPTO)

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6 / 18

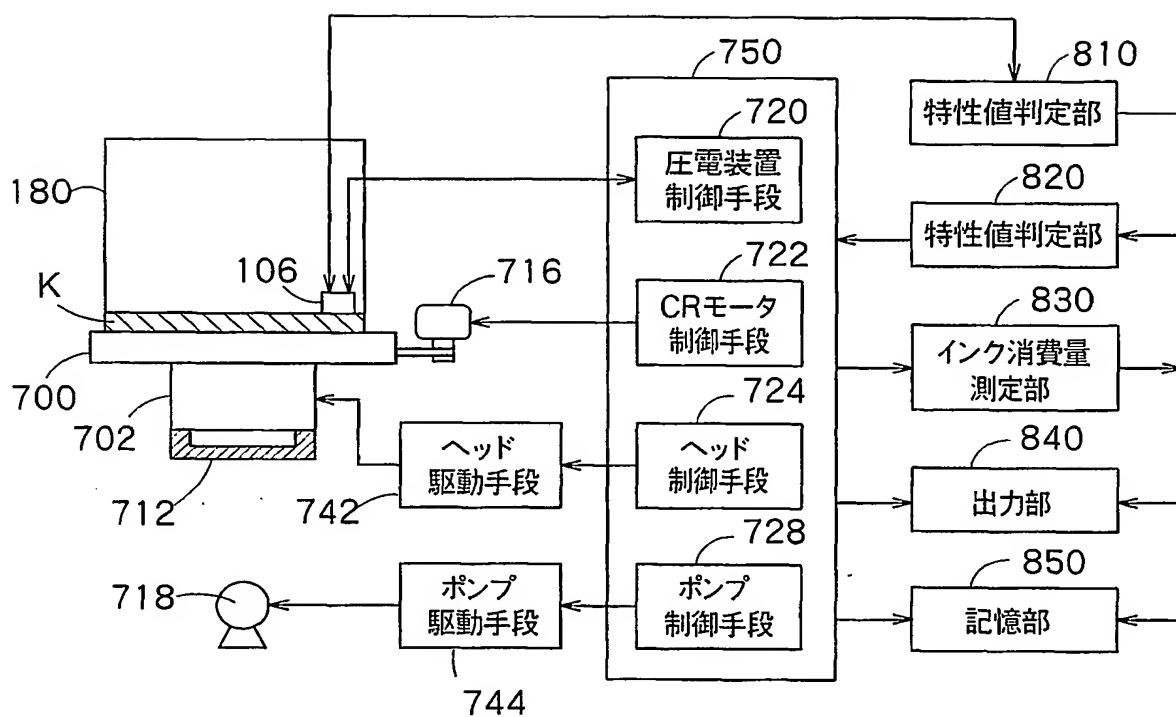


FIG. 8

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7/18

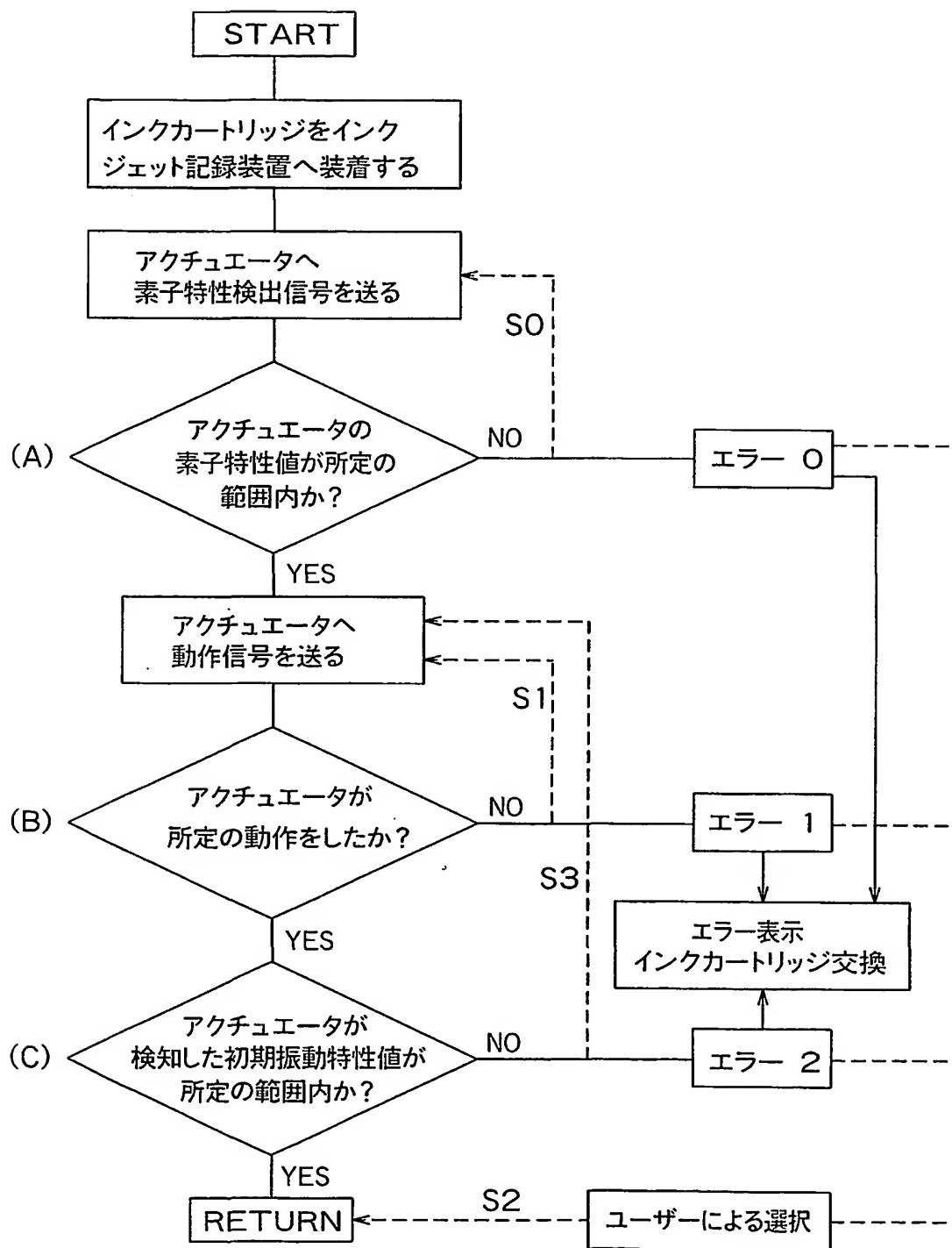


FIG. 9

THIS PAGE BLANK (USPTO)

8 / 18

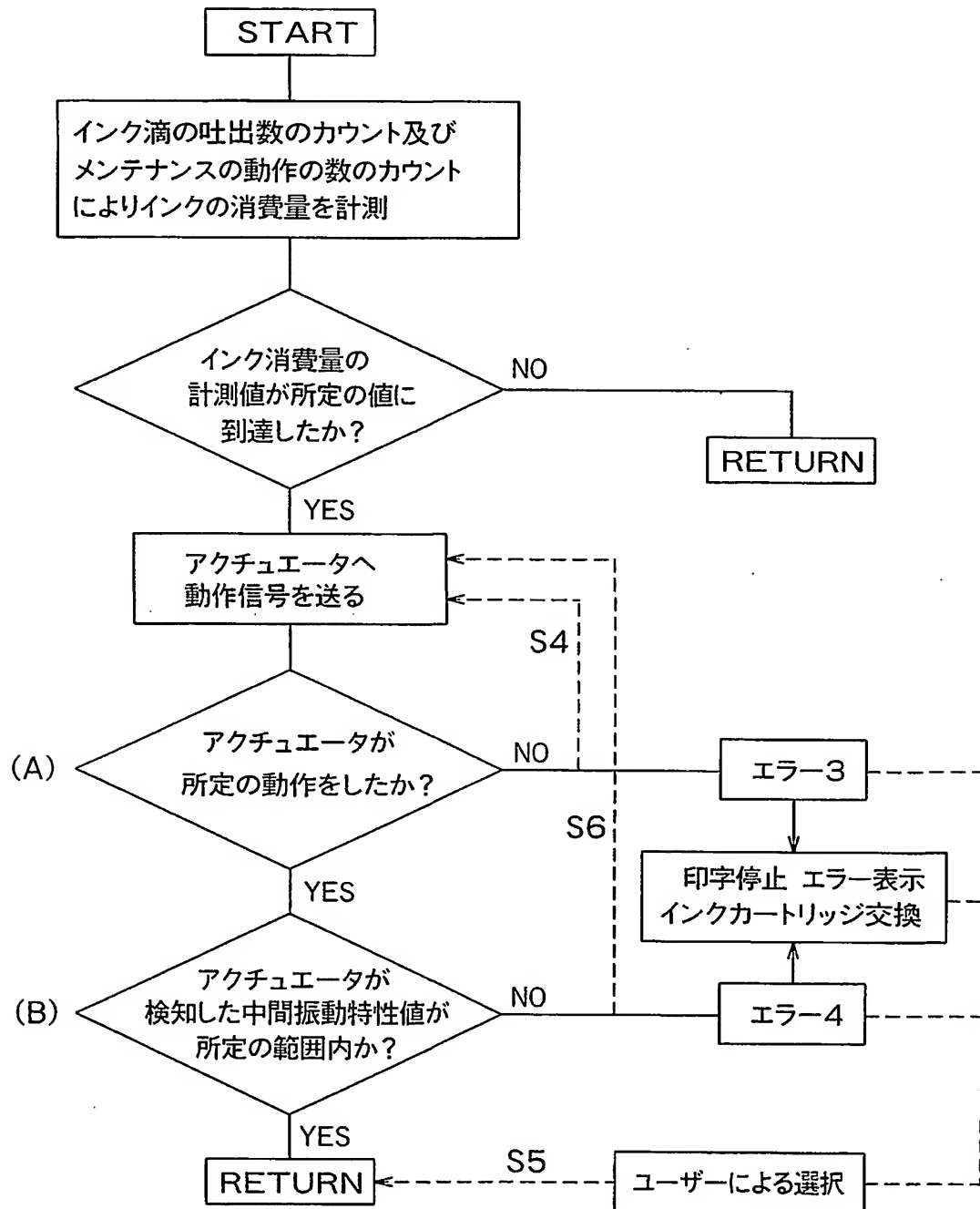


FIG. 10

THIS PAGE BLANK (USPTO)

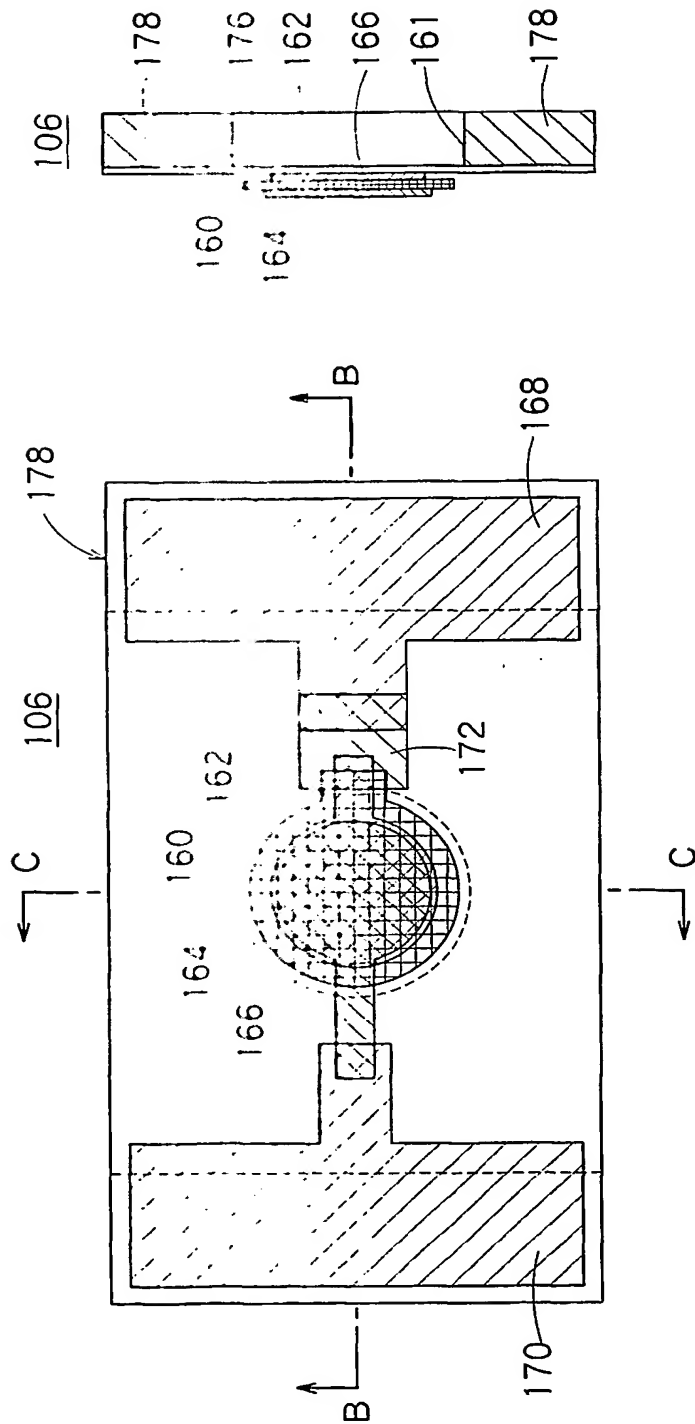


FIG. 11A

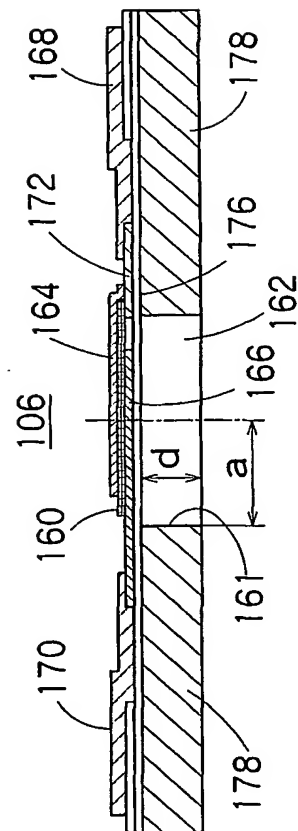


FIG. 11B

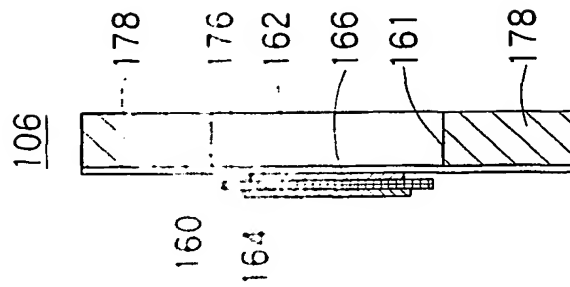


FIG. 11C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

10 / 18

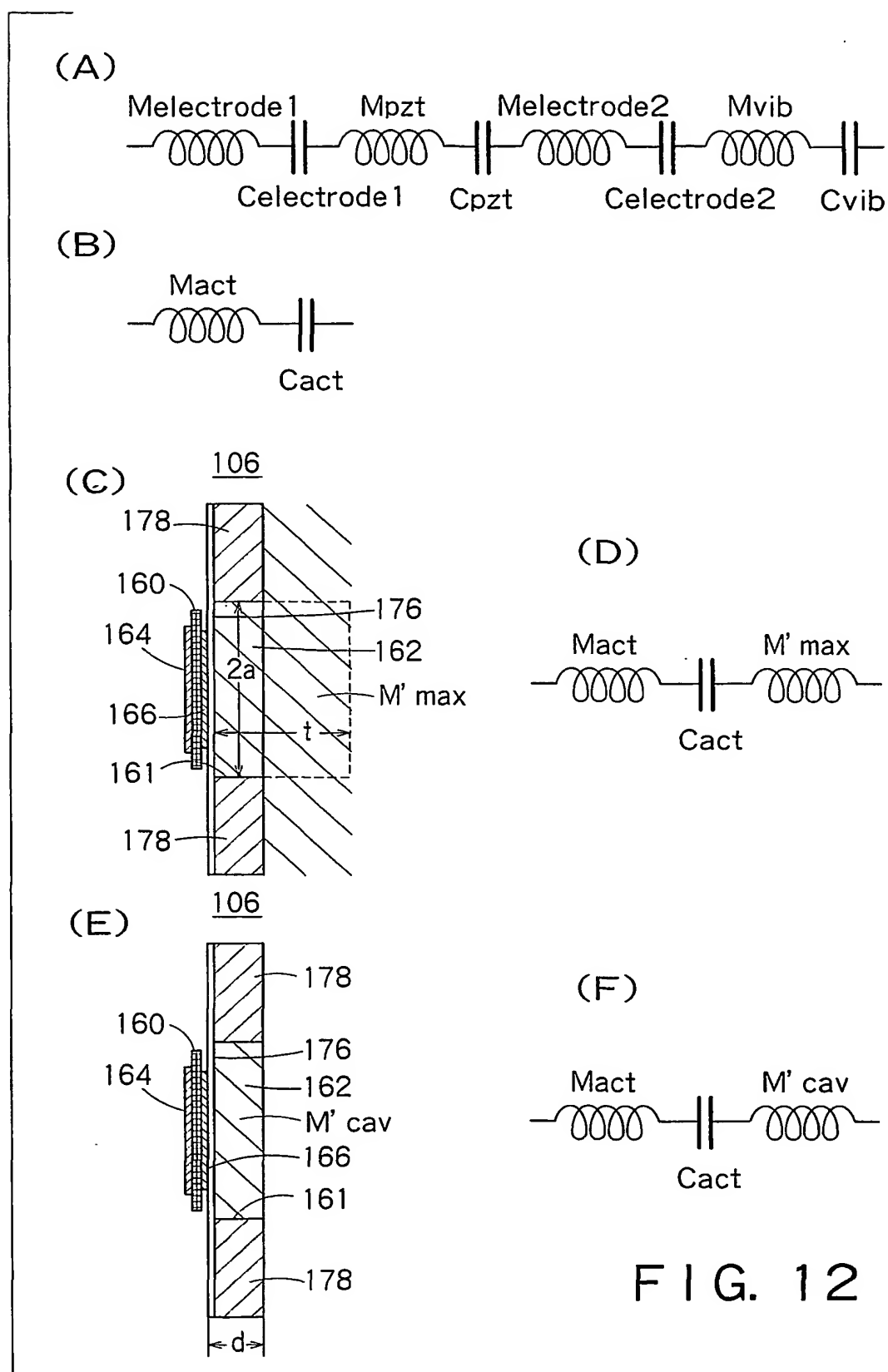


FIG. 12

THIS PAGE BLANK (USPTO)

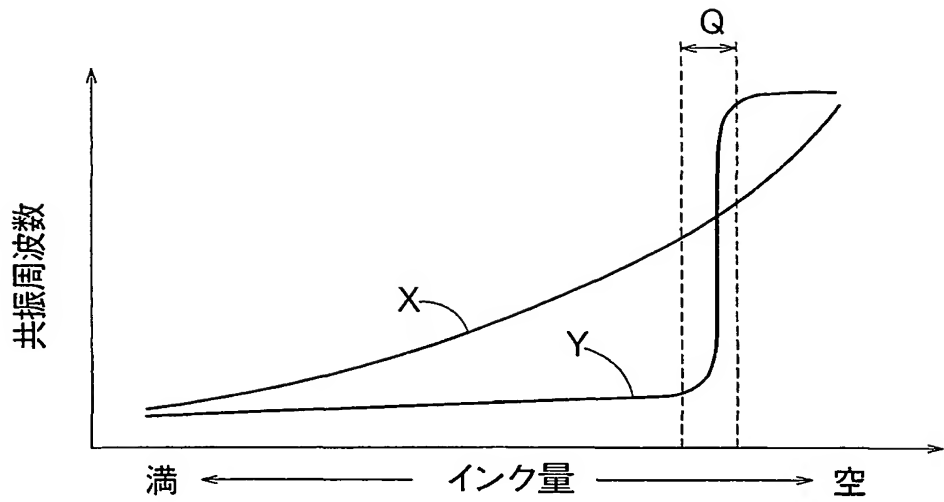


FIG. 13A

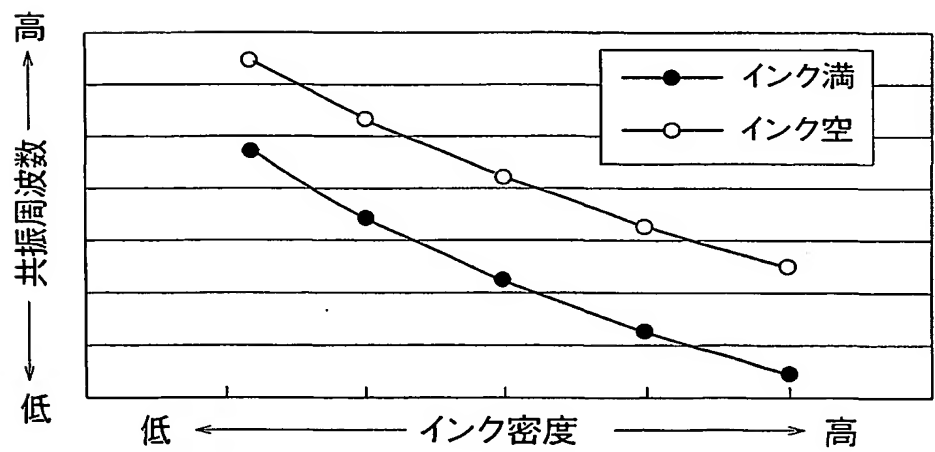


FIG. 13B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

12 / 18

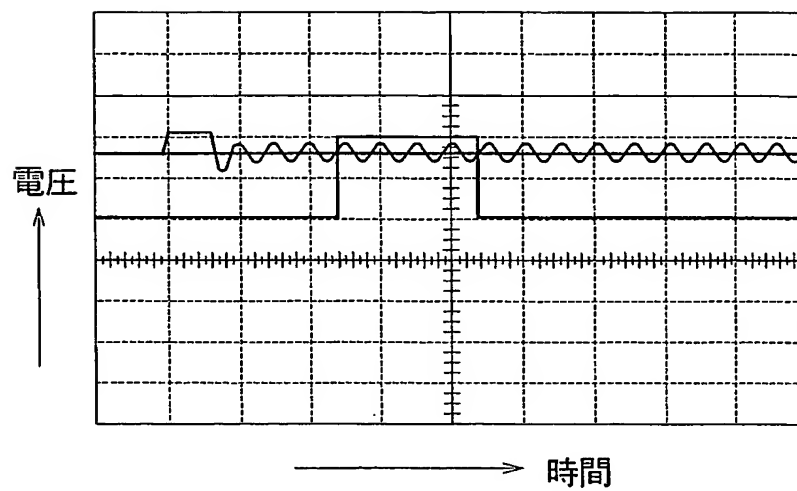


FIG. 14A

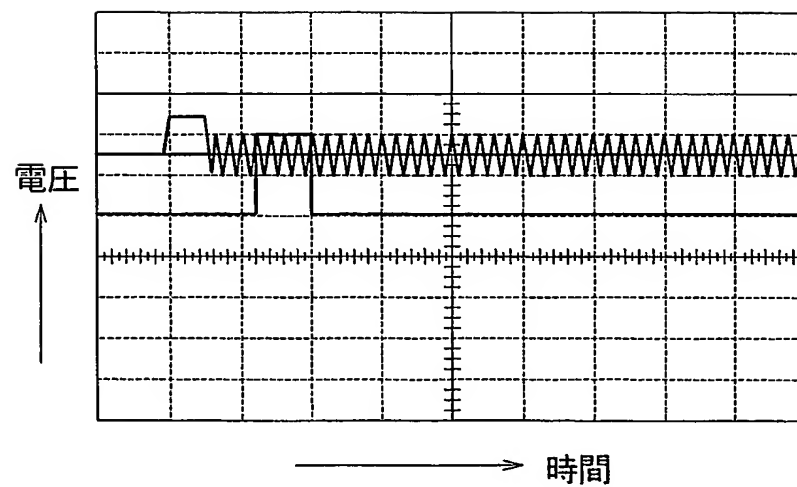


FIG. 14B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

13 / 18

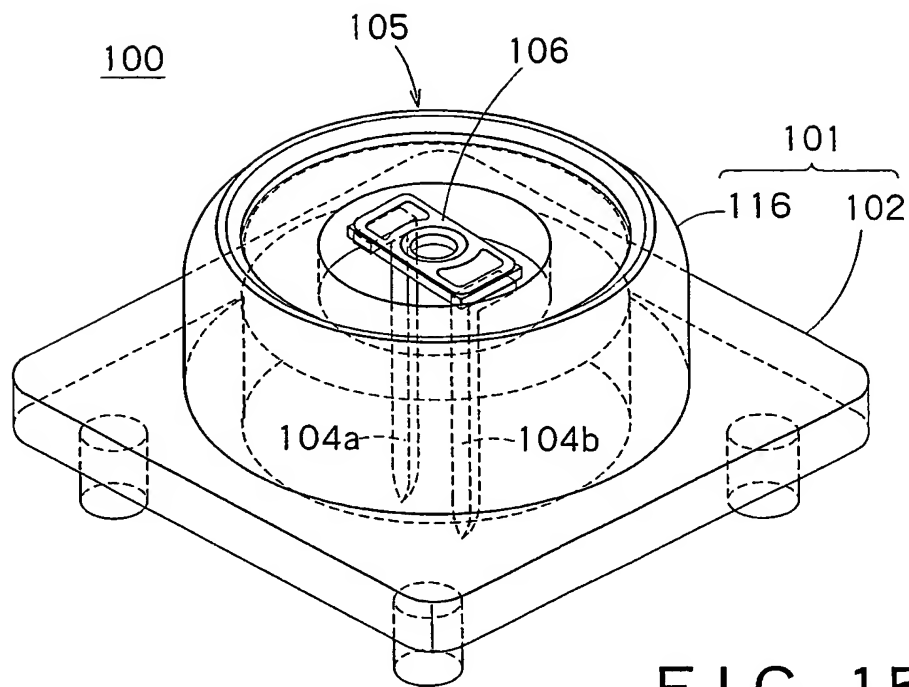


FIG. 15

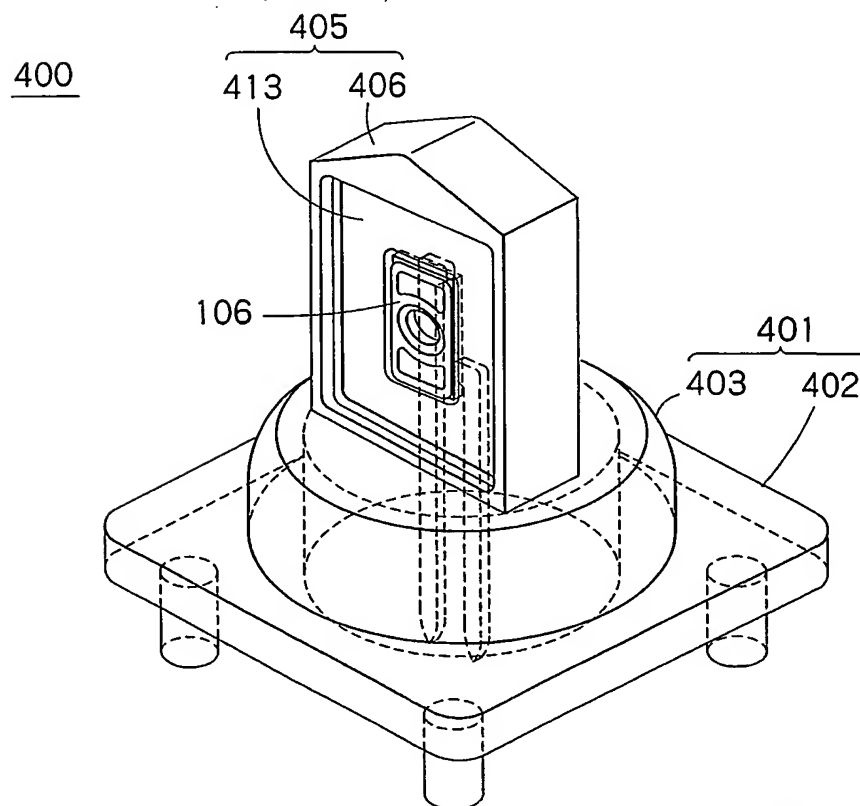


FIG. 16

THIS PAGE BLANK (USPTO)

14 / 18

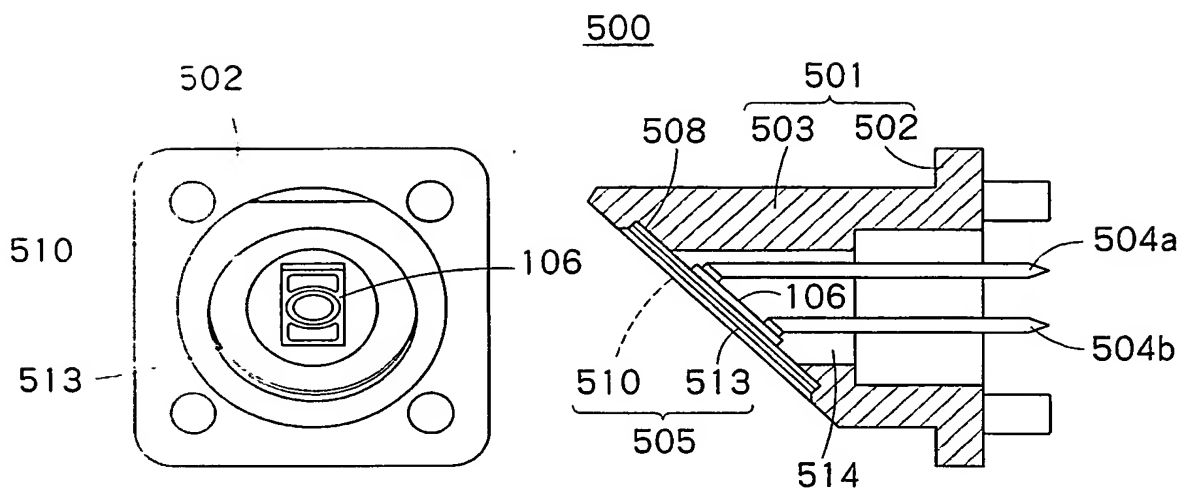


FIG. 17A

FIG. 17B

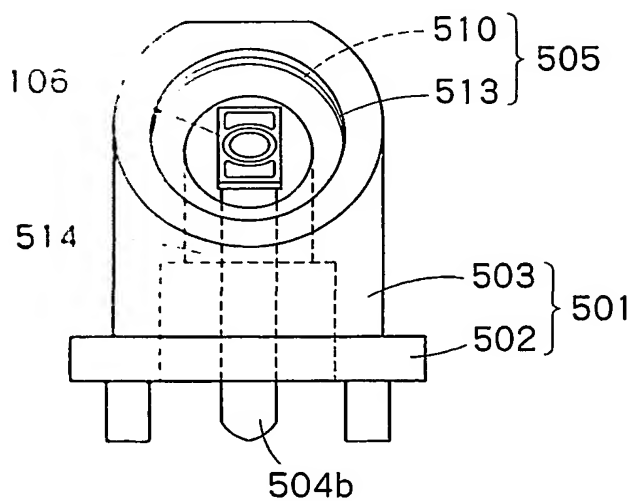


FIG. 17C

THIS PAGE BLANK (USPTO)

15 / 18

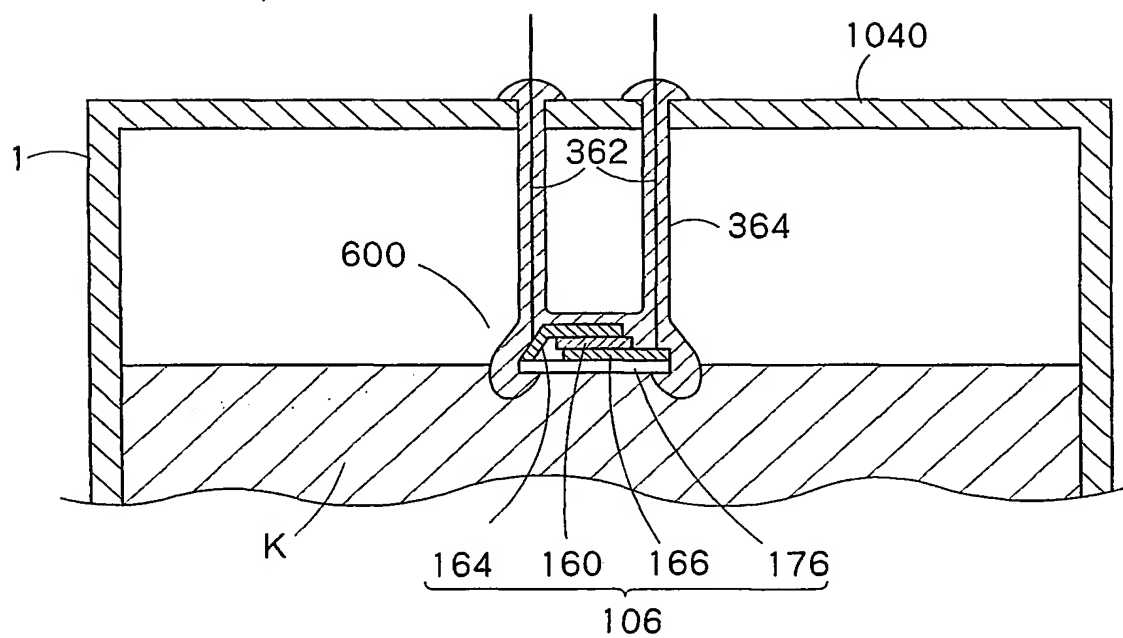


FIG. 18

THIS PAGE BLANK (USPTO)

16 / 18

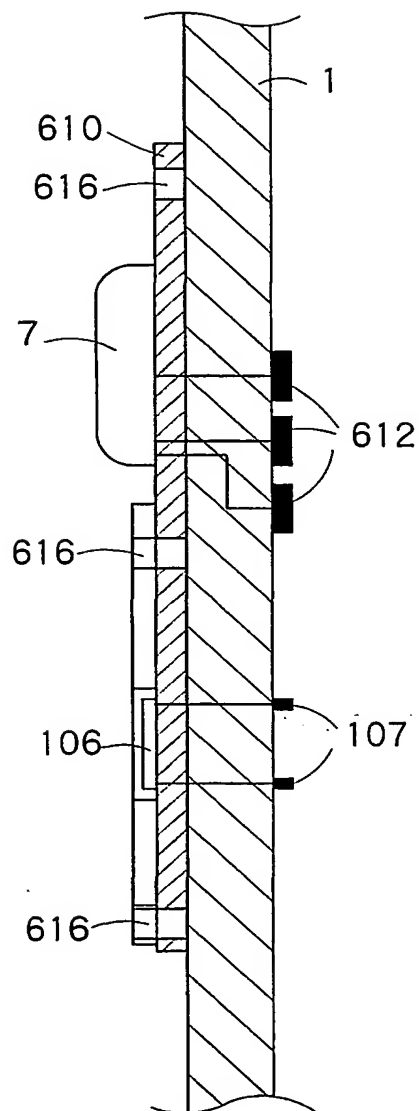


FIG. 19A

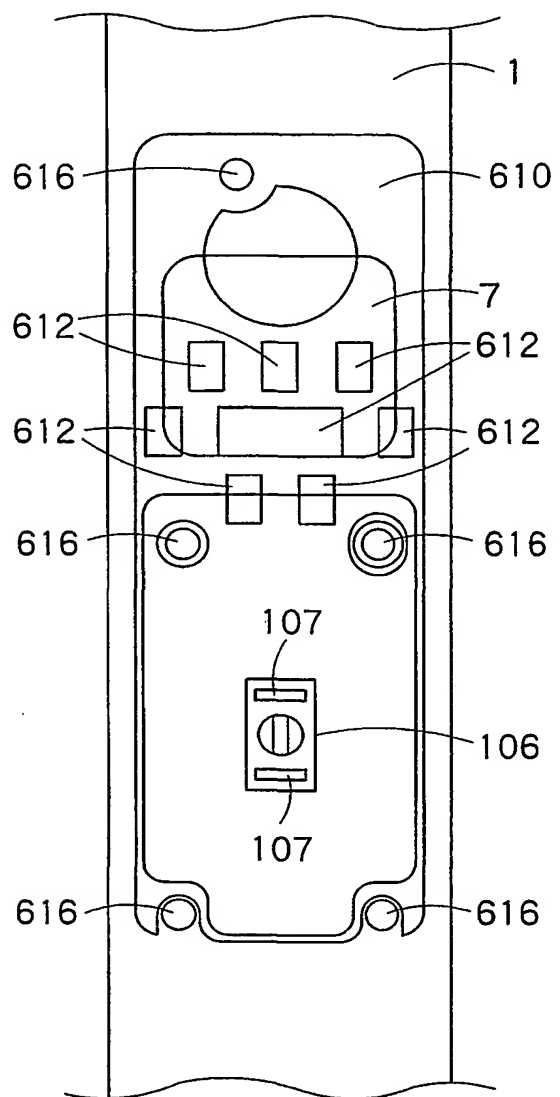


FIG. 19B

THIS PAGE BLANK (USPTO)

17 / 18

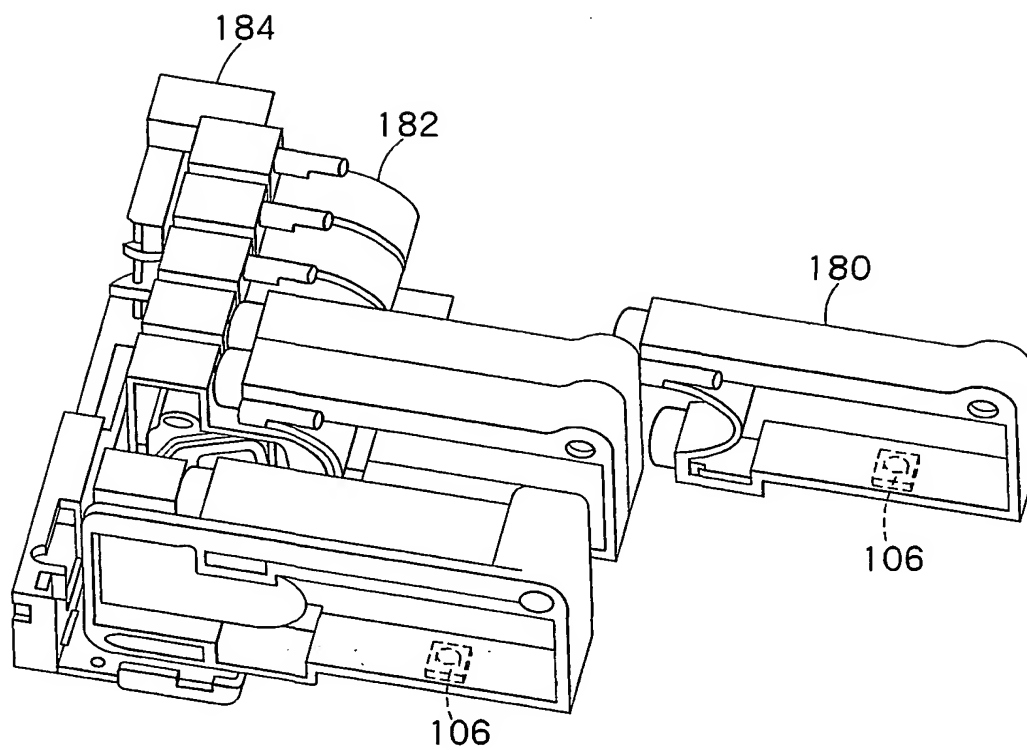


FIG. 20

THIS PAGE BLANK (USPTO)

18 / 18

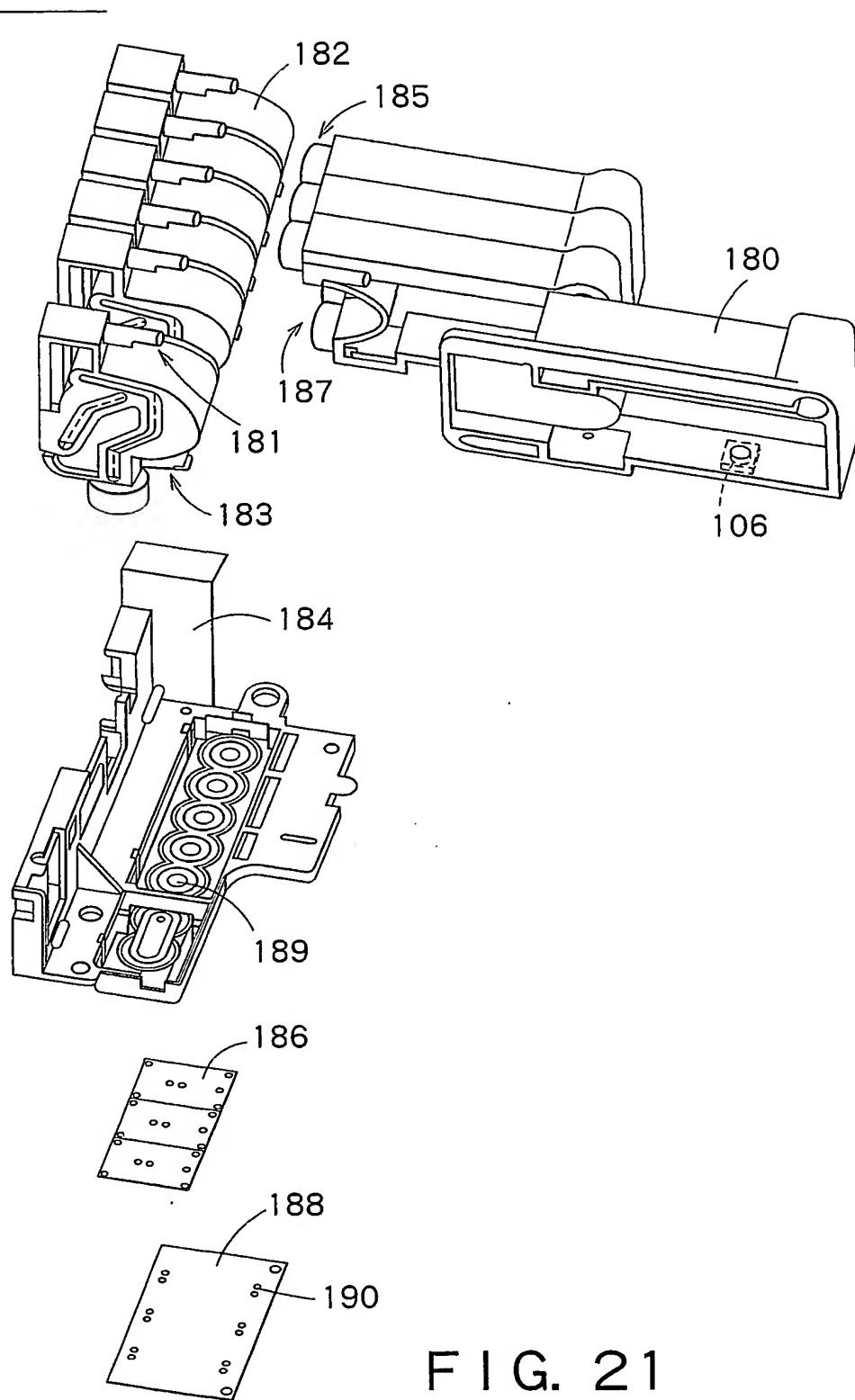


FIG. 21

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/05756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B41J 2/045, 2/055

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B41J 2/045, 2/055

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 56-039413 A (Ricoh Company, Ltd.), 15 April, 1981 (15.04.81), Full text (Family: none)	1-23
Y	EP 885731 A (Canon Kabushiki Kaisha), 23 December, 1998 (23.12.98), Full text & US 6070958 A & JP 11-010900 A	1-23
Y	EP 1055520 A (Seiko Epson Corporation), 29 November, 2000 (29.11.00), Full text & WO 99/41083 A & JP 11-240180 A	7, 9-15, 19-23

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
26 July, 2001 (26.07.01)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2001 (07.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ B41J 2/045、2/055

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ B41J 2/045、2/055

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2001年
日本国登録実用新案公報	1994-2001年
日本国実用新案登録公報	1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 56-039413 A (株式会社リコー) 15. 4月. 1981 (15. 04. 81), 全文 (ファミリーなし)	1-23
Y	EP 885731 A (CANON KABUSHIKI KAISHA) 23. 12月. 1998 (23. 12. 98), 全文 & US 60 70958 A & JP 11-010900 A	1-23
Y	EP 1055520 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 29. 11月. 2000 (29. 11. 00), 全文 & WO 9 9/41083 A & JP 11-240180 A	7, 9-1 5, 19-2 3

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
26. 07. 01

国際調査報告の発送日
07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
藤本 義仁
電話番号 03-3581-1101 内線 3221

THIS PAGE BLANK (USPTO)